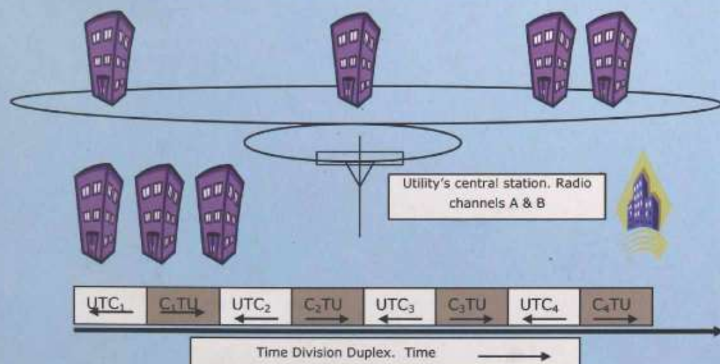
PGS. TS. NGUYỄN HỮU CÔNG



GIÁO TRÌNH
ĐO LƯỜNG & ĐIỀU KHIỂN TỪ XA






NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS. TS. NGUYỄN HỮU CÔNG

GIÁO TRÌNH

ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Lời nói đầu

Xu thế phát triển hiện nay là từ cơ giới hóa lên tự động hóa. Lúc đầu tự động hóa được thực hiện riêng rẽ từng máy, từng bộ phận sau tiến dần lên từng nhóm máy, dây chuyền sản xuất rồi đến cả phân xưởng, cả nhà máy hoặc hệ thống công ty trên phạm vi rộng.

Cùng với sự phát triển của tự động hóa, lượng thông tin trao đổi giữa người và máy, giữa máy và máy không ngừng tăng lên, nhất là ở những nơi có số lượng lớn các máy điều khiển và các đối tượng điều khiển. Ngày nay, người ta áp dụng ngày càng rộng rãi các hệ thống tự động vào lĩnh vực điều khiển sản xuất và xã hội.

Đo lường và điều khiển từ xa là ngành khoa học nghiên cứu các quá trình và phương pháp truyền tự động trên khoảng cách xa các tin tức điều khiển cũng như các tin tức về trạng thái của các đối tượng bị điều khiển, nó thường gồm các lĩnh vực: điều khiển từ xa; kiểm tra, giám sát và tín hiệu hóa từ xa; đo lường từ xa và đôi khi gọi chung là "Điều khiển từ xa".

Điều khiển từ xa được ứng dụng trước tiên vào các lĩnh vực mà cần thống nhất nhiều đối tượng nằm cách xa nhau vào một hệ thống có trung tâm điều khiển. Vì thế trước tiên điều khiển từ xa được dùng trong ngành năng lượng, công nghiệp dầu khí, giao thông đường sắt... Ngày nay, điều khiển từ xa đã thâm nhập vào hầu hết các ngành kinh tế quốc dân như: khai khoáng; xây dựng; sản xuất thép; sản xuất ximăng; khí tượng thủy văn; nông lâm nghiệp; y tế; quân sự...

Việc ứng dụng điều khiển từ xa sẽ tăng tính linh hoạt của việc điều khiển quá trình sản xuất, giảm bớt nhân viên vận hành và cải thiện điều kiện làm việc, nâng cao năng suất lao động và giảm giá thành sản phẩm.

Trong một số lĩnh vực, nhờ có điều khiển từ xa mà còn tránh khỏi phải làm việc ở những nơi có nhiệt độ cao, thiếu không khí, có chất độc hoặc phóng xạ.

Tự động và điều khiển từ xa là những người bạn đồng hành luôn luôn hỗ trợ và thúc đẩy nhau cùng phát triển.

Hiện nay có nhiều ngành kỹ thuật làm nhiệm vụ truyền tin như: điện báo, điện thoại, truyền thanh, truyền hình, rađa… Cơ sở khoa học của điều khiển từ xa và các ngành trên đều giống nhau; tuy nhiên điều khiển xa có những đặc điểm riêng như sau:

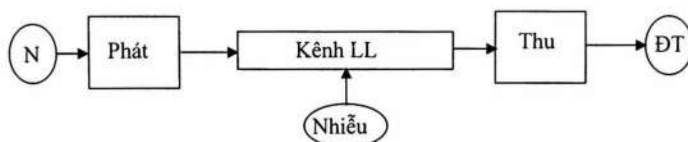
1. Trong điều khiển từ xa các tín hiệu được truyền đi với tốc độ chậm và thường có tần số nhỏ hơn 300 Hz (trong khi đó để truyền thanh, truyền hình, ví dụ như tiếng nói thường phải dùng khoảng tần số lớn hơn 300 Hz).

2. Yêu cầu có độ chính xác cao.

3. Yêu cầu truyền tin nhanh: nếu thời gian truyền tin không đảm bảo thì tin tức sẽ mất hết giá trị, thậm chí có thể gây sự cố nghiêm trọng.

4. Yêu cầu có độ tin cậy cao: nhầm lẫn các lệnh điều khiển cũng sẽ gây sự cố nghiêm trọng. Thường quy định xác suất nhầm lẫn từ 10^{-6} đến 10^{-10}, yêu cầu đó cao hơn nhiều so với yêu cầu của các loại truyền tin khác.

Một hệ thống điều khiển từ xa gồm ba bộ phận chính như hình 1.

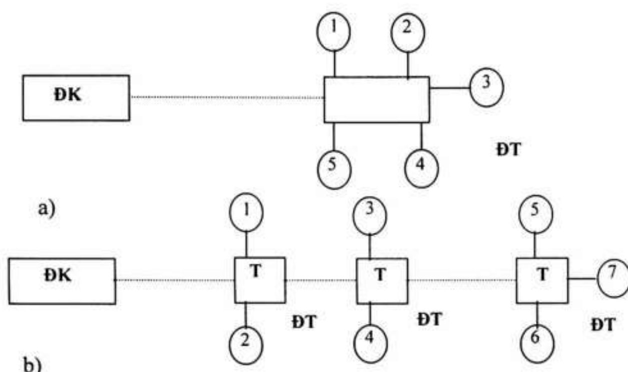


Hình 1. Hệ thống điều khiển từ xa

- Bộ phận phát dùng để biến đổi các tin tức ở nguồn tin tức (N) thành các tín hiệu thích hợp và truyền nó vào đường dây liên lạc (LL).
- Bộ phận thu nhận các tín hiệu loại trừ các nhiễu lẫn vào tín hiệu trong quá trình truyền trên đường dây liên lạc, dịch các tín hiệu đó thành tin tức ban đầu và truyền nó đến đối tượng điều khiển (ĐT).
- Đường dây liên lạc LL là môi trường vật lý nào đó dùng để truyền các tín hiệu đi xa. Thường có các dạng đường dây liên lạc như sau:
  + Dây dẫn; Dây cáp
  + Không khí - đường radio
  + Nước
  + Ánh sáng.

Hệ thống điều khiển từ xa thường được phân ra: hệ thống điều khiển cho các đối tượng tập trung và cho các đối tượng phân tán như hình 2.

Để điều khiển cho những đối tượng phức tạp, hệ thống điều khiển từ xa được phân thành nhiều cấp. Hệ thống có một trạm điều khiển trung tâm và nhiều trạm trung gian.



ĐK: điều khiển; **T:** trạm trung gian; **ĐT:** đối tượng

Hình 2. Hệ thống điều khiển cho hệ tập trung và phân tán
a) cho các đối tượng tập trung;
b) cho các đối tượng phân tán

Ngày nay khi điều khiển học thâm nhập đến mọi lĩnh vực thì lý thuyết truyền tin cũng được vận dụng ở nhiều lĩnh vực khác nhau.

Giáo trình này trình bày những vấn đề cơ bản nhất về đo lường và điều khiển từ xa. Giáo trình được viết trên cơ sở tích lũy kinh nghiệm giảng dạy nhiều năm của tác giả và tham khảo những tài liệu quý báu của các nhà khoa học khác (đã liệt kê trong phần tài liệu tham khảo).

Giáo trình là tài liệu chính thức cho học viên cao học ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa, ngoài ra nó còn là tài liệu tham khảo cho sinh viên và học viên cao học nhóm ngành Điện, Điện tử nói chung.

Do sự giới hạn về thời lượng của chương trình đào tạo cũng như sự phát triển rất nhanh của khoa học và công nghệ nên cuốn sách không tránh khỏi những thiếu sót và hạn chế. Tác giả rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc và đồng nghiệp để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

Địa chỉ: 70 Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội.

Tác giả

MỤC LỤC

Chương 1

VÀI NÉT CƠ BẢN VỀ LÝ THUYẾT TRUYỀN TIN

1.1. Đặt vấn đề

Cơ sở lý thuyết của các hệ truyền tin là lý thuyết truyền tin, lý thuyết logic và máy tin, lý thuyết điều khiển tự động. Để hiểu được lý thuyết truyền tin ta cần xem lại một số lý thuyết toán học như: lý thuyết xác suất, lý thuyết hàm ngẫu nhiên. Lý thuyết truyền tin ra đời từ những năm 20 - 30 của thế kỷ XX.

Năm 1928: nhà bác học Mỹ Hartley cho ra biểu thức logarit để đo lường tin tức.

Năm 1933: nhà bác học Nga Kachenhicop cho ra định luật Kotelnikov về khả năng phân tích một tín hiệu liên tục thành những tín hiệu gián đoạn với phổ hạn chế.

Năm 1940: nhà bác học Shannon (Mỹ) và Kotelnikov đã chứng minh chặt chẽ các định lý cơ bản về lý thuyết truyền tin.

1.2. Tin tức, thông báo, tín hiệu

Có ba khái niệm mà chúng ta cần quan tâm, đó là: tin tức, thông báo và tín hiệu.

- *Tin tức:* là hiểu biết mới về một sự kiện hay một sự vật nào đó mà người ta nhận được do tác động tương hỗ giữa người nhận tin và môi trường xung quanh.
- *Thông báo:* là một dạng biểu diễn tin tức; bài viết, lời nói, hình ảnh, số liệu. Trong thông báo có chứa nhiều tin tức.
- *Tín hiệu:* là một quá trình vật lý nào đó (âm, quang, điện...) dùng để phản ảnh thông báo. Tín hiệu là vật mang tin tức đi xa.

Trong đo lường và điều khiển xa thường dùng hai dạng tín hiệu để truyền:

+ Tín hiệu xoay chiều: Biểu thức giải tích của dòng xoay chiều hình sin:

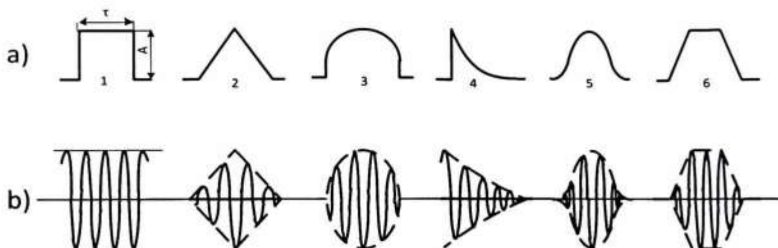
$$i = I_m . \sin(\omega t + \varphi) \quad (1\text{-}1)$$

Đặc trưng của tín hiệu xoay chiều có ba thông số: biên độ, tần số và góc pha đầu. Để truyền tin tức đi xa người ta thường thay đổi một trong các tham số của tín hiệu xoay chiều. Quá trình thay đổi các tham số của tín hiệu xoay chiều gọi là điều chế tín hiệu.

+ Xung điện, phổ và dải thông của nó:

Xung: là tác động trong thời gian ngắn của dòng hay áp lên một đối tượng nào đó.

Xung được tạo thành bởi dòng hay áp một chiều, bởi các dao động cao tần (gọi là xung radio). Xung có nhiều dạng khác nhau.



Hình 1-1. Các dạng xung thường dùng
a) Xung một chiều: (1) hình chữ nhật; (2) tam giác; (3) hình sin;
(4) xung hàm mũ; (5) hình chuông; (6) xung hình thang.
b) Xung xoay chiều (radio)

Các tham số của xung là độ rộng τ và biên độ A. Trong đó, độ rộng là quãng thời gian mà xung có giá trị lớn hơn một nửa giá trị biên độ của nó.

Cũng như trường hợp dòng xoay chiều, để truyền đi những tin tức khác nhau ta phải tiến hành điều chế bằng cách thay đổi các tham số của xung.

Bất kỳ hàm chu kỳ F(t) nào thỏa mãn những điều kiện sau (điều kiện Dirac): hữu hạn, liên tục hoặc liên tục từng đoạn và có một số hữu hạn cực trị thì có thể phân tích thành chuỗi Fourier.

$$F(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega t + \varphi_k) \quad (1\text{-}2)$$

Trong đó: A_0: thành phần một chiều ;

A_k : biên độ của điều hòa bậc k;

$\omega = \dfrac{2\pi}{T}$: tần số góc;

φ_k : góc pha ban đầu của điều hòa bậc k;

T: chu kỳ của hàm F(t);

k = 1, 2, 3,...

Tần số của điều hòa bậc 1 (điều hòa cơ bản) f_1 bằng nghịch đảo của chu kỳ T:

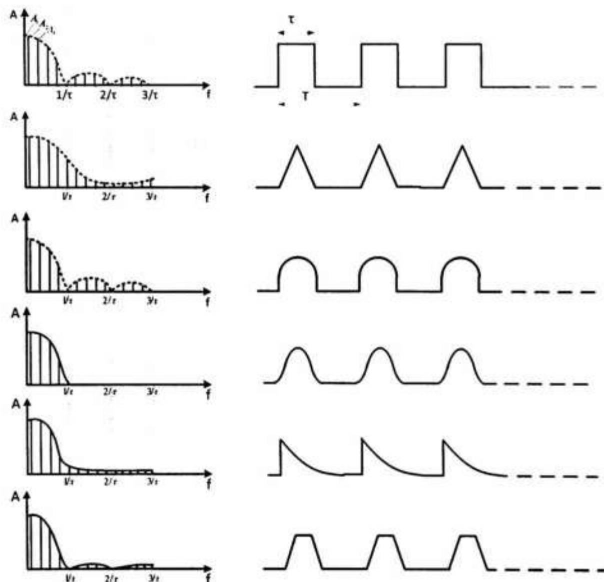
$$f_1 = \frac{1}{T} \tag{1-3}$$

Tần số của điều hòa bậc k: $f_k = k.f_1$

Tập hợp các sóng điều hòa do khai triển Fourier làm thành *phổ* của tín hiệu.

Biết phổ của tín hiệu, có thể xác định được sai số cho phép khi truyền tín hiệu đó qua các mạch điện có *dải thông* hạn chế như bộ lọc, khuếch đại chọn lọc,...

Phổ của một dãy tín hiệu xung của các loại xung thường gặp như hình 1-2



Hình 1-2. Phổ của các loại xung thường gặp

Nhìn vào hình 1-2 cho thấy phổ của xung hình chuông là tập trung hơn cả, phổ của xung hình tam giác là phân tán hơn cả.

Nếu truyền tín hiệu trong khoảng tần số từ 0 đến $1/\tau$ thì hầu như tín hiệu hình chuông truyền hết năng lượng, còn tín hiệu hình tam giác thì gần một nửa năng lượng bị tổn thất, do đó tín hiệu thu được sẽ bị méo nhiều (năng lượng của tín hiệu tỷ lệ với diện tích giới hạn bởi hình bao của phổ tín hiệu với trục hoành).

Như vậy tín hiệu hình chuông là tốt nhất nhưng thiết bị tạo ra xung hình chuông phức tạp nên trong thực tế hay dùng xung chữ nhật. Với xung hình chữ nhật, trong khoảng tần số từ 0 đến $1/\tau$: năng lượng tối đa của tín hiệu đã được truyền đi, phần năng lượng bị mất do dải thông bị hạn chế không lớn lắm. Mặt khác, phần thiết bị lại đơn giản.

Để đảm bảo thu chính xác dạng của tín hiệu thì dải thông của mạch điện phải bao trùm hết phổ của tín hiệu. Trong thực tế thường chọn dải thông $\Delta f = (1 \div 2)/\tau$, như vậy những tần số $f > 2/\tau$ là không truyền đi. Tuy nhiên, các thiết bị trong đo lường và điều khiển xa lại thường nhạy với biên độ xung hơn là dạng xung nên việc chọn như trên cũng thỏa mãn.

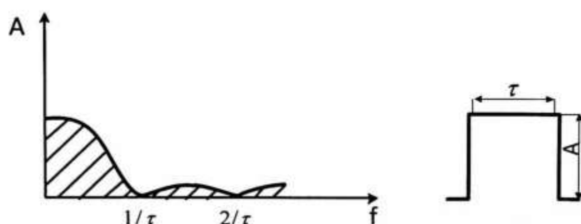
Ví dụ, để truyền lệnh điều khiển, giả sử ta dùng xung có độ rộng τ = 1 ms, như vậy có thể chọn dải thông $\Delta f = 2/\tau = 2000$ Hz. Nếu dây truyền là dây thép có dải thông 30 kHz thì có thể truyền 10 tín hiệu cùng một lúc.

Nếu muốn nhận được tín hiệu chính xác hơn thì phải dùng dây đồng có dải thông 180 kHz và truyền từng tín hiệu một.

Để xác định phổ của hàm không chu kỳ (ví dụ như một xung chữ nhật), lúc đó ta coi hàm không chu kỳ là một hàm có chu kỳ $T \to \infty$. Phổ của xung chữ nhật như hình 1-3, nó bao gồm vô số sóng điều hòa với biên độ vô cùng nhỏ.

Ta thấy phổ của hàm chu kỳ gồm một số vạch (tần số) và gọi là phổ gián đoạn (phổ vạch). Phổ của hàm không chu kỳ gồm vô số vạch hay còn gọi là phổ liên tục.

Độ rộng phổ của xung là khoảng tần số trong đó tập trung 90% năng lượng của phổ.



Hình 1-3. Phổ của một xung chữ nhật

Tương ứng với độ rộng xung là khoảng thời gian τ trong đó tập trung 90% năng lượng của xung.

1.3. Tin tức, các đặc trưng, đơn vị đo của nó

1.3.1. Các đặc trưng của tin tức

Tin tức có hai dạng:

- Tin tức ở dạng tĩnh: là tin tức được ghi trên giấy, băng, đĩa từ...
- Tin tức ở dạng động: là tin tức trong quá trình truyền tin như quá trình truyền âm thanh, lời nói, điện thoại, các tín hiệu điều khiển...

Cần chú ý là bản thân vật mang tin tức như: thư từ, đĩa từ,... không phải dạng động của tin tức.

1.3.2. Các tính chất cơ bản

- Tin tức được ghi lại bằng cách nào cũng có thể đọc, truyền, ghi lại mà không bị tổn thất, có nghĩa là dạng tồn tại của tin tức có thể thay đổi, nhưng bản thân tin tức thì không mất đi.
- Tin tức được ghi bằng bất kỳ hình thức nào, sau một thời gian cũng bị mất đi.

1.3.3. Phương pháp thống kê định lượng tin tức

Tin tức đối với người nhận có hai mặt:

- Độ bất ngờ;
- Nội dung tin.

Để đánh giá lượng tin có thể dùng một trong hai hoặc cả hai tính chất trên để làm thước đo. Trong truyền tin người ta chọn độ bất ngờ làm thước đo tin tức vì nó có liên quan chặt chẽ đến những vấn đề cơ bản của hệ thống truyền tin như tốc độ và độ chính xác.

Một tin càng ít xuất hiện thì độ bất ngờ càng lớn và lượng tin tức đem lại cho người nhận càng nhiều.

Nếu một thử nghiệm nào đó chỉ có một kết quả duy nhất mọi người đều biết thì thử nghiệm đó không đưa lại một tin tức nào cả.

Ví dụ 1.1

Người ta ném đồng xu lên cao, thử xem đồng xu rơi xuống hay bay lên trời. Rõ ràng là đồng xu rơi xuống đất, do đó thử nghiệm này không có thông tin.

Ví dụ 1.2

Có một đồng xu đối xứng, người ta ném lên và thử đoán xem đồng xu nằm sấp hay ngửa. Lúc này xác suất mỗi mặt là 50%. Thử nghiệm này có một lượng tin xác định:

thông báo đồng xu nằm sấp hay ngửa đều đưa lại cho ta một lượng tin tức nhất định và đều có giá trị như nhau.

Ví dụ 1.3

Có hai học sinh: một giỏi, một kém. Khi nhận được thông báo, học sinh giỏi đạt điểm 10, lúc đó mọi người đều nói: "đó là lẽ dĩ nhiên", như vậy lượng thông tin rất ít vì xác suất đạt điểm 10 của học sinh giỏi là rất lớn.

Ngược lại, khi nhận được thông báo học sinh kém đạt 10, lượng thông tin lớn vì xác suất đạt điểm 10 của học sinh kém là rất nhỏ.

Từ các ví dụ trên, ta có kết luận:

- Lượng tin của một sự kiện nào đó tỷ lệ nghịch với xác suất xảy ra sự kiện đó.
- Khi xác suất xảy ra sự kiện bằng 1 thì lượng tin do sự kiện đem lại bằng 0.
- Khi xác suất xảy ra sự kiện $\rightarrow 0$ thì lượng tin do sự kiện đó đem lại $\rightarrow \infty$

Ta ký hiệu lượng tin chứa trong x_i là $I(x_i)$.

$I(x_i)$ được biểu diễn bằng biểu thức nào đó để thỏa mãn các điều kiện trên và có khả năng cộng tin. Có nghĩa là: tin của hai sự kiện độc lập phải bằng tổng tin của các sự kiện thành phần.

Người ta dùng hàm logarit để đo tin tức:

$$I(x_i) = \log_a \frac{1}{P(x_i)} \quad \text{(Công thức Hartley).} \qquad (1\text{-}4)$$

Hay: $$I(x_I) = -\log_a P(x_i)$$

Trong đó: $P(x_i)$: xác suất xảy ra sự kiện x_i.

Biểu thức trên thỏa mãn các điều kiện yêu cầu trên và còn được gọi là lượng tin riêng của x_i.

Tổng quát: một nguồn thông báo X thường có các thành phần $x_1, x_2, ..., x_n$ với các xác suất tương ứng $P(x_1), P(x_2), ..., P(x_n)$. Vậy lượng tin tức trung bình của nguồn thông báo sẽ bằng:

$$I(x) = -\sum_{i=1}^{n} P(x_i)\log_a P(x_i) \quad \text{(Công thức Shannon).} \qquad (1\text{-}5)$$

Khi xác suất các thành phần bằng nhau:

$$P(x_i) = \frac{1}{n}$$

Ta có: $$I(x) = \log_a n \quad (1\text{-}6)$$

Lúc này lượng tin tức đạt giá trị lớn nhất.

Đơn vị đo tin tức:

Đơn vị phụ thuộc cơ số a của logarit. Về nguyên tắc, a có thể chọn bất kỳ, thực tế thường chọn a = 2; 10; e. Trong kỹ thuật truyền tin, kỹ thuật tính toán, thường dùng nhất là đơn vị đo dùng cơ số a = 2.

- Đơn vị đo tin tức với logarit cơ số 2 gọi là bit (bit: binary digit: con số nhị phân).

- Vấn đề đặt ra là 1 bit bằng bao nhiêu?

Trở lại ví dụ đồng xu sấp, ngửa: xác suất mỗi trường hợp là 1/2. Đây là trường hợp đồng khả năng với số khả năng n = 2.

Vậy theo phương trình (1-6), lượng tin của thử nghiệm đó đưa lại là:

$$I(x) = \log_2 2 = 1$$

Vậy bit là lượng tin tức của một thông báo có hai khả năng đồng xác suất.



1.3.4. Giá trị của tin tức

Giá trị của tin tức phụ thuộc vào chủ quan người nhận tin.

1.4. Entropi - số đo lường không xác định

Lượng không xác định của thông báo tỷ lệ nghịch với xác suất xuất hiện của nó. Xác suất xuất hiện càng nhỏ thì lượng không xác định càng lớn. Do đó độ không xác định của thông báo cũng được xác định bằng biểu thức tương tự như lượng tin tức:

$$H(x) = -\sum_{i=1}^{n} P(x_i) \log_a P(x_i) \quad (1\text{-}7)$$

Cần phân biệt I(x) và H(x): Mặc dù hai khái niệm này cùng hàm xác định nhưng hai khái niệm lượng tin tức và entropi khác nhau về nguyên tắc:

- Entropi H(x) là độ không xác định trung bình các trạng thái của nguồn thông báo, nó có tính khách quan. Nếu biết được đặc tính thống kê của nguồn thông báo thì có thể xác định được entropi của nó, tức là biết entropi trước khi nhận được thông báo.

- I(x) là lượng tin tức trung bình thu được sau khi nhận được thông báo của nguồn. Như vậy nếu không nhận được thông báo thì không nhận được lượng tin tức nào cả.

Do đó có thể nói H(x) là số đo lượng thiếu tin tức về trạng thái của nguồn thông báo. Khi nhận được tin tức thì sự hiểu biết về trạng thái của nguồn tăng lên, vì vậy độ không xác định giảm đi tức entropi của nguồn giảm xuống.

Vậy có thể coi lượng tin tức I(x) sau khi nhận thông báo bằng hiệu số entropi H(x) của nguồn trước khi nhận và sau khi nhận thông báo:

$$I(x) = H_1(x) - H_2(x) \qquad (1\text{-}8)$$

1.5. Entropi của nguồn thông báo gián đoạn

Entropi của nguồn thông báo gián đoạn được tính theo công thức (1-7):

$$H(x) = -\sum_{i=1}^{n} P(x_i)\log_2 P(x_i)$$

Nó có đặc tính sau:

1- Entropi là một số thực, hữu hạn, không âm vì $0 < P(x_i) \le 1$.

2- Entropi của thông báo hoàn toàn được xác định sẽ bằng 0.

Thật vậy, nếu biết trước sự kiện xảy ra thì xác suất của sự kiện đó bằng 1, còn xác suất của các sự kiện khác bằng 0, tức là:

$$P(x_1) = 1$$
$$P(x_2) = P(x_3) = ... = P(x_n) = 0$$

Vậy, entropi của nguồn có thể viết:

$$H(x) = -P(x_1)\log_2 P(x_1) + \sum_{i=2}^{n} P(x_i)\log_2 P(x_i) \qquad (1\text{-}9)$$

Số hạng đầu = 0, vì $\log_2 1 = 0$.

Số hạng thứ hai tiến tới 0 khi $P(x_i) \to 0$.

3- Entropi sẽ cực đại khi xác suất xuất hiện các thông báo là như nhau, tức là:

$$P(x_i) = \frac{1}{n}.$$

Lúc này

$$H(X)_{max} = -\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{n}.\log_2\frac{1}{n} = \log_2 n \qquad (1\text{-}10)$$

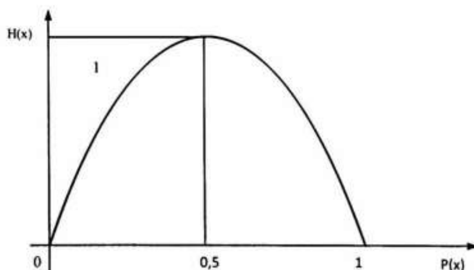
Từ đây ta thấy rằng: trong trường hợp đồng xác suất, entropi tỷ lệ với số lượng thông báo n có trong nguồn.

4- Entropi của hệ thống các sự kiện độc lập có hai khả năng nằm trong phạm vi 0 và 1.

$$\begin{aligned} H(x) &= -P(x_1)\log_2 P(x_1) - P(x_2)\log_2 P(x_2) \\ &= -P(x_1)\log_2 P(x_1) - [1 - P(x_1)]\log_2[1-P(x_1)] \end{aligned}$$

Biểu thức trên = 0 khi $\begin{cases} P(x_1)=0 \\ P(x_2)=1 \end{cases}$ hoặc $\begin{cases} P(x_1)=1 \\ P(x_2)=0 \end{cases}$

Entropi đạt cực đại khi $P(x_1) = P(x_2) = \frac{1}{2}$



Hình 1.4. Quan hệ giữa entropi với xác suất xuất hiện các sự kiện

Lúc này $H(X)max = -\log_2\left(\frac{1}{2}\right) = 1$ đơn vị nhị phân.

Như vậy có thể định nghĩa đơn vị nhị phân là entropi của hệ thống các sự kiện độc lập có hai khả năng.

Ví dụ 1.4

Xác định entropi của hệ thống được mô tả bằng các đại lượng ngẫu nhiên gián đoạn x có phân bố như sau:

$$P(x_1) = P(x_2) = P(x_3) = P(x_4) = 0{,}01$$
$$P(x_5) = 0{,}96$$

Giải: $$H(x) = -\sum_{i=1}^{n} P(x_i)\log_2 P(x_i)$$
$$= -\sum_{i=1}^{5} P(x_i)\log_2 P(x_i)$$
$$= -4(0{,}01\,.\log_2 0{,}01) - 0{,}96.\ \log_2 0{,}96$$
$$= 0{,}322 \text{ (đơn vị nhị phân).}$$

1.6. Ưu, nhược điểm của phương pháp thống kê đo lường tin tức

Điểm chủ yếu của phương pháp thống kê là đánh giá tin tức qua xác suất xuất hiện của các sự kiện.

- Ưu điểm chính của phương pháp này là tính vạn năng của nó. Tin tức được đo bằng đơn vị thống nhất (bit) mà không phụ thuộc vào bản chất vật lý và nội dung của nó. Nhờ đó, phương pháp này thuận tiện khi phân tích và tổng hợp các hệ thống tin tức phức tạp.
- Ưu điểm nữa của phương pháp này là tính khách quan của nó. Lượng tin tức được đánh giá không phụ thuộc vào các yếu tố tâm lý vì phương pháp này dựa vào các dữ liệu thống kê.
- Nhược điểm của phương pháp thống kê là chỉ chú ý đến đặc tính thống kê của tin tức, mà không dùng đến ngữ nghĩa nội dung, giá trị của tin tức.

1.7. Truyền tin trong kênh không nhiễu

Kênh không nhiễu là kênh lý tưởng, hoặc kênh trong đó công suất của tín hiệu lớn hơn nhiều so với công suất của nhiễu.

Khả năng thông qua của kênh gọi là thông lượng C. Thông lượng C được xác định như sau:

$$C = \lim_{T\to\infty} \frac{\log_2 q}{T} \qquad (1\text{-}11)$$

q: số các tín hiệu được truyền đi trong thời gian T.

Trường hợp chung: $T \to \infty$

Trường hợp cụ thể: T = thời gian chu kỳ truyền tin.

Vậy thông lượng C là tốc độ truyền tin tới hạn mà không gây ra sai số.

Nếu tín hiệu được truyền đi với tốc độ S xung trong 1 giây, có nghĩa là: $S = \frac{1}{\tau}$,

τ: độ rộng xung (thời gian truyền 1 xung), thì trong thời gian T có thể truyền được n xung:

$$n = \frac{T}{\tau} = S.T \qquad (1\text{-}12)$$

Đối với kênh nhị phân - tức là kênh trong đó truyền các tín hiệu có hai giá trị (0, 1 hay, +, -,...) số lượng xung tối đa có thể truyền trong thời gian T là:

$$q_{max} = 2^n = 2^{ST} \qquad (1\text{-}13)$$

Vậy thông lượng của kênh nhị phân là:

$$C = \lim_{T\to\infty} \frac{\log_2 q}{T} = \frac{\log_2 2^{ST}}{T} = S \quad \text{(đơn vị nhị phân/giây)} \qquad (1\text{-}14)$$

Đơn vị đo: đơn vị nhị phân/giây hay còn gọi là bit/giây.

Như vậy, trong kênh nhị phân thông lượng C chính là số ký hiệu được truyền đi trong 1 giây, nếu độ rộng xung càng nhỏ thì S càng lớn, do đó C càng lớn.

Dung lượng của kênh còn được biểu diễn trên một ký hiệu (xung):

Đối với kênh nhị phân: C = 1 đơn vị nhị phân/ký hiệu × giây

Có nghĩa là trong kênh nhị phân, một ký hiệu (1 hay 0) tối đa có thể mang một lượng tin tức: 1 đơn vị nhị phân (bit). Nếu ở đầu vào của kênh có nguồn tin tức mà entropi trên một ký hiệu bằng dung lượng của kênh liên lạc, thì người ta bảo rằng nguồn tin và kênh phù hợp nhau. Nếu dung lượng kênh lớn hơn trị số entropi trên một ký hiệu của nguồn tin thì chúng không phù hợp nhau. Lúc này kênh truyền chưa được dùng hết khả năng của nó.

Vậy nếu kênh có khả năng thông lượng C (đơn vị nhị phân/giây) còn nguồn tin có entropi H (đơn vị nhị phân/thông báo) thì tốc độ trung bình truyền tin trong kênh không thể vượt quá C/H (thông báo/giây).

Ví dụ 1.5

Một nguồn có hai tin A, B với xác suất P(A) = P(B) = 0,5

Entropi của nguồn: $H = -(0,5\ \log_2 0,5 + 0,5 1og_2 0,5) = 1$ đơn vị nhị phân/thông báo.

H biểu thị lượng tin tức chứa trong một thông báo (A; B).

Nếu ta dùng kênh nhị phân có C = 1 đơn vị nhị phân/giây, vận tốc trung bình truyền tin là:

$$\frac{C}{H} = \frac{1}{1} = 1 \text{ thông báo/giây}$$

Ví dụ 1.6

Một nguồn tin có hai tin A và B với xác suất: P(A) = 0,1; P(B) = 0,9

$H = -(0,1.\log_2 0,1 + 0,9\ 1og_2 0,9) = 0,5$ đơn vị nhị phân/thông báo

Dùng kênh nhị phân có C = 1 đơn vị nhị phân/giây → vận tốc trung bình truyền tin:

$C / H = 2$ thông báo/giây

Như vậy đối, tốt nhất là truyền tin với tốc độ 2 thông báo/giây. Có nghĩa là kênh có thể dùng để truyền tin cho hai nguồn thông báo ở trên. Nếu không thỏa mãn điều này thì kênh không sử dụng hết khả năng.

1.8. Truyền tin trong kênh có nhiễu

Nhiễu làm cho việc truyền tin gặp nhiều khó khăn. Nhiễu làm sai các tín hiệu truyền đi. Do đó ở phía thu cần quan tâm đến vận tốc truyền tin và độ chính xác truyền tin (khả năng chống nhiễu). Việc nâng cao tốc độ truyền tin và nâng cao độ chính xác truyền là hai mặt đối lập nhau của vấn đề nâng cao hiệu quả truyền tin. Nhiễu làm sai lệch một phần tin được truyền đi, do đó nó làm giảm thông lượng của kênh.

Thông lượng của kênh có nhiễu được viết như sau:

$$C_n = H(x) - H_y(x) \tag{1-15}$$

Trong đó: H(x): entropi của nguồn thông báo;

$H_y(x)$: entropi của các thông báo nhận được khi có nhiễu;

Xét trường hợp kênh nhị phân, truyền các tín hiệu 0, 1.

$$P(0) = P(1) = 0,5$$

$P_1(0) = P_0(1) = P$, với P là xác suất nhiễu làm cho tín hiệu 0 → 1 và 1 → 0.

Vậy: $$H(x) = -(0{,}5\ \log_2 0{,}5 + 0{,}5\ \log_2 0{,}5) = 1$$

$$H_y(x) = -\left[P\log_2 P + (1-P)\ \log_2(1-P)\right]$$

Do đó thông lượng của kênh trong trường hợp có nhiễu là:

$$C_n = 1 + P\log_2 P + (1-P)\ \log_2(1-P) \quad (1\text{-}16)$$

Nếu $P \to 0$ thì $C_n \to 1$ tương ứng khả năng thông qua của kênh không nhiễu.

Tốc độ truyền tin lý thuyết hay là thông lượng truyền của kênh được Shanon chứng minh như sau:

$$C = \Delta f.\log\left(1 + \frac{P_{th}}{P_n}\right) \text{ (đơn vị nhị phân/giây)} \quad (1\text{-}17)$$

Trong đó: Δf: dải tần của kênh;

P_{th}: công suất trung bình của tín hiệu;

P_n : công suất trung bình của nhiễu trắng;

Từ biểu thức đó ta thấy rằng, muốn tăng C phải tăng tỷ số: $\frac{P_{th}}{P_n}$

Chương 2

KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN XA TRONG CÔNG NGHIỆP (DMCS)

2.1. Khái niệm chung về hệ thống đo lường và điều khiển xa (DMCS)

2.1.1. Định nghĩa hệ thống đo lường và điều khiển xa (DMCS)

Hệ số đo lường và điều khiển xa (DMCS) là một hệ thống tự động đo và điều khiển, gia công thông tin theo một thuật toán định sẵn. Cụ thể hơn DMCS là một tập hợp các thiết bị có cùng một nhiệm vụ, cùng một thuật toán chức năng để có thể thu thập tự động số liệu đo lường từ nhiều đối tượng; biến đổi thông tin, truyền thông tin, gia công và lưu trữ thông tin; điều khiển các đối tượng trong quá trình sản xuất công nghiệp.

2.1.2. Một số quá trình trong DMCS

+ Quá trình đo lường;
+ Quá trình kiểm tra;
+ Quá trình nhận dạng;
+ Quá trình chẩn đoán ;
+ Quá trình điều khiển ;
+ Quá trình tính toán.

- *Quá trình đo lường:* Sử dụng phương pháp thực nghiệm để nhận được giá trị định lượng của đối tượng cần đo thông qua việc so sánh với mẫu. Đây là quá trình quan trọng nhất của hệ thống đo lường và điều khiển từ xa.
- *Quá trình kiểm tra:* là quá trình giám sát các thông số của đối tượng, tức là so sánh giữa trạng thái của đại lượng cần kiểm tra so với mẫu cho tín hiệu đánh giá và báo hiệu. Tín hiệu báo hiệu ở đây có thể là đèn, còi,... và các báo hiệu thông qua mạng; nó thường thể hiện trạng thái lớn hơn, nhỏ hơn hay bằng mẫu cho trước. Quá trình này mang tính chất lượng.
- *Quá trình nhận dạng:* là xác định xem có sự tương ứng hay không giữa đối tượng và mẫu đã cho. Quá trình này trong công nghiệp để phân loại sản phẩm hay phục vụ cho bài toán điều khiển quá trình.

- *Quá trình chẩn đoán:* là quá trình theo dõi sự làm việc bình thường của đối tượng và tìm ra chỗ hỏng hóc. Hệ thống kiểm tra các hoạt động của thiết bị kỹ thuật gọi là hệ thống chẩn đoán kỹ thuật. Hệ thống này có khả năng tìm ra các phần tử hoạt động không đạt yêu cầu hay hỏng hóc để báo cho người vận hành biết và có hướng khắc phục hoặc tự động chuyển sang chế độ dự phòng.
- *Quá trình điều khiển:* Để điều khiển một thông số nào đó, ví dụ tốc độ động cơ chẳng hạn, thông thường người ta phải tiến hành đo tốc độ thực của động cơ bằng thiết bị cảm biến (sensor), sau đó so sánh với tốc độ đặt. Độ sai lệch của tốc độ sẽ đưa tới bộ điều khiển để điều khiển tốc độ thực của động cơ sao cho sai lệch bằng không. Như vậy bài toán điều khiển bao gồm cả hai quá trình đo lường và kiểm tra.
- *Quá trình tính toán:* Đó là việc tính toán các thông số trong các phép đo gián tiếp hay hợp bộ; tính toán các chế độ điều khiển tối ưu, thích nghi...; tính toán các thông số đo lường thống kê; tính toán các chỉ tiêu kinh tế;... Ở đây thường yêu cầu các máy tính tốc độ cao để tính toán sao cho quá trình điều khiển đảm bảo tính thời gian thực.

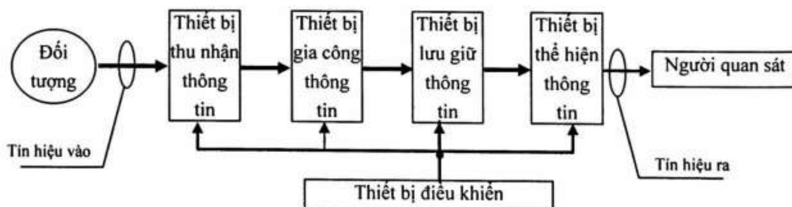
2.1.3. Đặc tính chung của các quá trình

Tất cả các quá trình đều có một đặc tính chung là phải có sự thu nhận thông tin bằng các thiết bị kỹ thuật; biến đổi qua các đại lượng trung gian rồi truyền thông tin, xử lý và lưu giữ thông tin; hiển thị thông tin hoặc đưa đi điều khiển đối tượng.

2.1.4. Yêu cầu kỹ thuật

Hệ thống kỹ thuật ngày càng phức tạp nên có nhiều điểm thu thập số liệu từ nhiều đối tượng khác nhau, vì vậy xuất hiện các hệ thống đo lường và điều khiển; đó là tổ hợp đo và điều khiển đồng thời nhiều đại lượng. Hiện nay, trong một hệ thống, số điểm thu thập có thể lên đến hàng nghìn điểm.

2.1.5. Sơ đồ cấu trúc chung của DMCS



Hình 2-1. Sơ đồ cấu trúc của DMCS

Trong đó:

- *Thiết bị thu nhận thông tin:* chủ yếu là các sensor, biến tín hiệu cần đo của đối tượng sang tín hiệu điện. Sau đó sẽ có quá trình đo, tức là thực hiện phép so sánh với mẫu. Tiếp theo là thực hiện các quá trình lượng tử hoá và mã hoá ...
- *Thiết bị gia công thông tin:* thực hiện các phép tính theo những thuật toán nhất định.
- *Thiết bị lưu trữ thông tin:* ghi vào bộ nhớ hoặc in ra để lưu trữ. Hiện nay, việc lưu trữ thông tin có thể sử dụng công nghệ điện toán đám mây.
- *Thiết bị thể hiện thông tin:* có thể là thiết bị đo hoặc tự ghi, hoặc là màn hình của máy tính.
- *Thiết bị điều khiển* thực chất là máy tính công nghiệp hoặc các vi xử lý chuyên dụng. Thiết bị điều khiển quản lý toàn bộ thông tin từ đầu vào tới đầu ra cũng như thực hiện các thuật toán trong quá trình gia công thông tin.
- *Người quan sát* là cán bộ vận hành trong bộ phận kỹ thuật của nhà máy hoặc công ty.

2.1.6. Kết luận

Nhiệm vụ của hệ thống đo lường và điều khiển xa là thực hiện việc đo hay kiểm tra chẩn đoán, nhận dạng hay tính toán từ nhiều tín hiệu khác nhau trong thời gian ngắn nhất. Biến đổi tín hiệu thành các tín hiệu chuẩn hoá để truyền đi xa mà không bị mất mát. Như vậy DMCS làm nhiệm vụ tự động hoá cao độ, quá trình đo, kiểm tra nhận dạng, từ đó cho ra thông tin để điều khiển kịp thời đối tượng, nhờ đó mà nâng cao được chất lượng sản phẩm.

2.1.7. Sự phát triển của hệ thống đo lường và điều khiển từ xa

- Vào những năm 1960: chủ yếu là hệ tập trung, chưa có sự tham gia của máy tính. Tín hiệu đưa về là tín hiệu tương tự, các chỉ thị chủ yếu vẫn là các cơ cấu cơ điện.
- Giai đoạn 1970 - 1982: vẫn là các hệ tập trung, song đã có sự tham gia xử lý tín hiệu bằng máy tính. Lúc này đã xuất hiện các tổ hợp đo lường tính toán như hệ CAMAC của hãng HP của Mỹ; một số tổ hợp đo lường và tính toán của Liên Xô (cũ).
- Giai đoạn 1982 - 1992: các thiết bị logic khả trình như PLC đã được sử dụng. Về cấu trúc, hệ thống đã có sự tập trung cao độ, các thiết bị đã có sự thông minh hóa. Đại diện cho hệ thống này là SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), trong đó các PLC là chủ đạo. Các hệ thống này rất tiện lợi và hiệu quả.

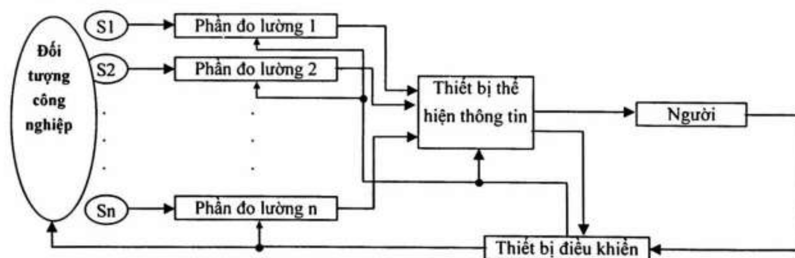
- Giai đoạn từ năm 1992 tới nay: là các hệ thống điều khiển phân tán (DCS). Trong hệ thống này có thể sử dụng trên nền PLC hoặc PC. Các máy tính đều được đưa tới các phân xưởng; mỗi máy tính chịu trách nhiệm một cụm nào đó. Máy tính sẽ đo và xử lý sơ bộ sau đó gửi thông tin lên máy tính trung tâm thông qua các mạng máy tính. Đi đầu trong hướng này phải kể đến hãng YOKOGAWA (Nhật Bản) với hệ Centum CS-1000; 3000. Đặc biệt từ những năm 1998 đến nay xuất hiện hệ thống thông tin tích hợp IIS (Integrated Information System). Đây là hệ thống tích hợp toàn diện bao gồm tất cả các chức năng; ngoài cấu trúc phân tán mở, còn có thể cài đặt các chương trình điều khiển kỹ thuật hiện đại theo công nghệ đảm bảo quá trình vận hành tối ưu cho một công ty hoặc xí nghiệp.

Đại diện cho hướng này phải kể đến ABB (Thụy Sỹ) với sản phẩm IIT (Industrial Information Technology: công nghệ thông tin công nghiệp); hãng SIEMENS với hệ TIA (Totally Integrated Automation: tự động hóa tích hợp toàn diện với PLC S7-400).

2.2. Phân loại hệ thống đo lường điều khiển từ xa theo sơ đồ cấu trúc

2.2.1. Hệ thống có các kênh song song

Sơ đồ cấu trúc:



Hình 2-2. Sơ đồ cấu trúc của DMCS

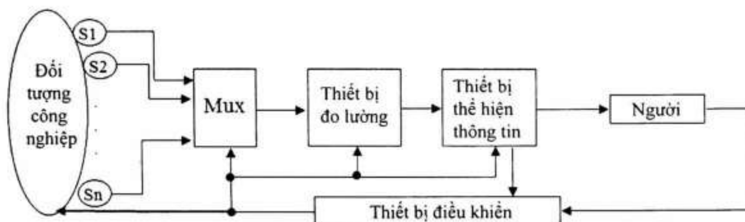
- *Đặc điểm:* Các kênh liên lạc được truyền song song từ đầu đến cuối, tức là các kênh làm việc độc lập với nhau.

- *Ưu điểm:* Độ làm việc tin cậy, nếu hỏng một kênh thì các kênh khác vẫn làm việc bình thường.

- *Nhược điểm:* Số lượng dây quá lớn nếu số lượng điểm thu thập lớn nên chỉ áp dụng cho các nhà máy quy mô nhỏ (khoảng cách không quá 2 km).

2.2.2. Hệ thống có các kênh nối tiếp

Sơ đồ cấu trúc:



Hình 2-3. Hệ thống có các kênh nối tiếp

- *Đặc điểm của hệ thống:* Các kênh được biến từ song song thành nối tiếp (nhờ Mux) để đưa vào một kênh duy nhất.
- *Ưu điểm:* tốn ít đường dây, sử dụng khi đo ở khoảng cách xa, rẻ tiền, đơn giản.
- *Nhược điểm:* độ tin cậy thấp vì nếu hỏng hóc ở phần kênh chung thì coi như tê liệt hệ thống.

Trong hệ thống nối tiếp Mux có vai trò rất quan trọng, Mux: Multiplexor còn được gọi là bộ dồn kênh.

Cấu tạo Mux bao gồm:

+ Đầu vào địa chỉ A (Address)
+ Đầu vào dữ liệu D (Data)
+ Đầu vào cho phép C (Clock); hoặc E (Enable)
+ Xung đồng bộ
+ Đầu ra: Q ($\overline{Q}$).

Ta hiểu Mux giống như một cầu dao tự động. Đầu ra Q được nối với các tín hiệu đầu vào theo hai phương án:

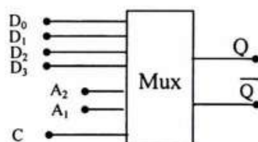
- Theo một chương trình quét cho trước: Đầu ra Q sẽ lần lượt nối với $D_0, D_1, ..., D_{n-1}$ và lại $D_0, D_1, ..., D_{n-1}, ...$
- Đầu ra Q được nối với chân dữ liệu đầu vào D_i nào đó tương ứng với từ mã địa chỉ của nó. Một Mux có n chân địa chỉ thì có thể tạo được 2^n từ mã nên sẽ khống chế được 2^n chân dữ liệu.

Ví dụ 2.1

Một Mux có 4 chân dữ liệu.

Bảng trạng thái

Chân địa chỉ		Chân Clock	Đầu ra
A_0	A_1	C	Q
X	X	0	0
0	0	1	D_0
1	0	1	D_1
	1	1	D_2
1	1	1	D_3

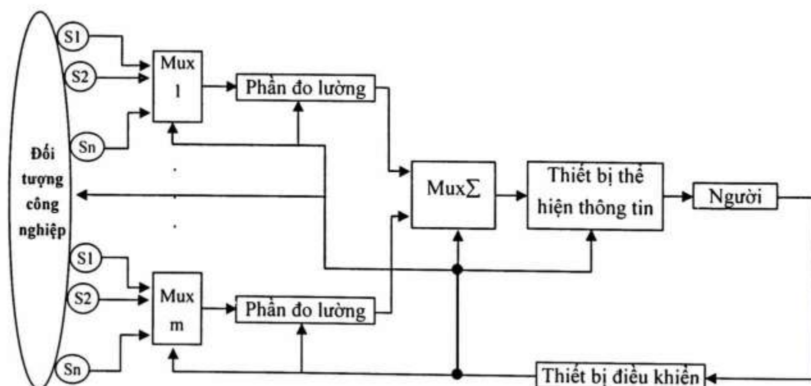


Hình 2-4. Ví dụ về bộ dồn kênh

Hàm logic: $Q = C\left[D_0\overline{A}_0\overline{A}_1 + D_1A_0\overline{A}_1 + D_2\overline{A}_0A_1 + D_3A_0A_1\right]$

- *Đặc điểm của hệ thống:* Các kênh được biến từ song song thành nối tiếp (nhờ Mux) để đưa vào một kênh duy nhất.
- *Ưu điểm:* tốn ít đường dây, sử dụng khi đo ở khoảng cách xa, rẻ tiền, đơn giản.
- *Nhược điểm:* độ tin cậy thấp vì nếu hỏng hóc ở phần kênh chung thì coi như tê liệt hệ thống.

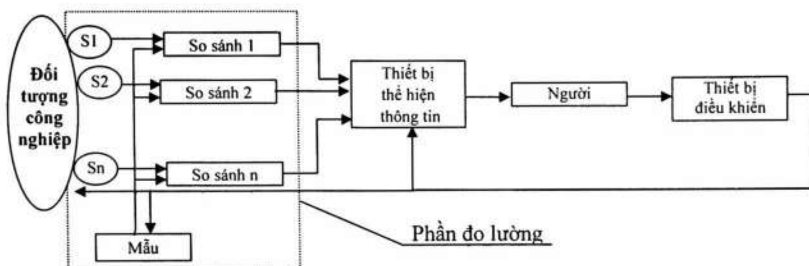
2.2.3. Hệ thống song song nối tiếp



Hình 2-5. Hệ thống có các kênh song song nối tiếp

Hệ thống này có ưu điểm là tăng độ tin cậy, tăng được số kênh đầu vào, song có nhược điểm là cồng kềnh, đắt tiền nên thường dùng cho các hệ thống lớn và phải truyền đi xa.

2.2.4. Hệ thống kiểm tra tự động



Hình 2-6. Hệ thống kiểm tra tự động

Trong hệ thống này, bộ tạo mẫu sẽ đưa ra các giá trị mẫu tương ứng để đưa vào các bộ so sánh. Thiết bị thể hiện sẽ thông báo trạng thái của tín hiệu so với mẫu (lớn hơn, bằng, hay nhỏ hơn).

2.3. Phân cấp hệ thống đo lường - điều khiển trong công nghiệp hiện nay

Hệ thống sản xuất ngày nay càng được mở rộng và có phạm vi địa lý phân tán nên hệ thống đo lường và điều khiển cũng vì thế mà phát triển và được phân cấp hệ thống cơ bản theo năm cấp - hình chóp như sau:



Hình 2-7. Phân cấp hệ thống

- *Cấp chấp hành:* bao gồm các cảm biến, cơ cấu chấp hành chúng có chức năng nhận tín hiệu đo thông qua cảm biến, thực hiện việc điều khiển theo lệnh cấp trên. Đây là thiết bị hiện trường (FI - Field Instruments).

- *Cấp điều khiển:* bao gồm các máy tính điều khiển (CPU - Control Processing Unit); các modul vào/ra I/O (input/output). Chức năng là bộ điều khiển cơ sở, điều khiển logic, tổng hợp dữ liệu, bảo vệ thiết bị và giám sát hiện trường. Ta gọi phần này là trạm điều khiển hiện trường: FCS (Field Control Station).

- *Cấp điều khiển giám sát:* là cấp điều khiển quá trình bao gồm các trạm thiết kế kỹ thuật và trạm vận hành.

  + Trạm thiết kế kỹ thuật (EWS - Engineering Work Station): là trạm thiết kế các thông số hệ thống như chọn số kênh, chọn tần số quét của tín hiệu, tần số lấy mẫu, dải tần của kênh liên lạc, lựa chọn tối ưu các thông số của tín hiệu sao cho sai số của phép đo là nhỏ nhất. Định nghĩa mọi thiết bị, kết nối và phân luồng quản lý của từng CPU cụ thể.

  + Trạm vận hành (OS - Operating Station): có chức năng vận hành hệ thống, bao gồm điều khiển giám sát (supervisory control); tối ưu hóa quá trình về chất lượng cũng như năng lượng tiêu thụ; xử lý sự cố; chẩn đoán kỹ thuật; bảo toàn hệ thống.

- *Cấp điều hành sản xuất:* theo dõi đánh giá kết quả sản xuất, lập kế hoạch sản xuất dựa vào tình trạng thiết bị đầu vào, đầu ra của sản phẩm; tính toán, tổ chức sản xuất theo hướng tối ưu hóa.

- *Cấp quản lý công ty:* tính toán kinh tế, thống kê số liệu về sản xuất kinh doanh, xử lý đơn đặt hàng, giao dịch thương mại (thương mại điện tử, quản lý kho tàng). Hoạch định tài nguyên của công ty: tài chính, nhân lực sản xuất, khả năng mở rộng và phát triển sản xuất.

Chương 3

CÁC ĐẶC TÍNH THÔNG TIN CỦA TÍN HIỆU ĐO LƯỜNG TRONG CÔNG NGHIỆP

3.1. Tín hiệu đo lường trong công nghiệp

3.1.1. Định nghĩa

Tín hiệu đo là loại tín hiệu mang đặc tính thông tin, chứa đựng thông tin về giá trị cần đo. Tín hiệu đo làm nối liền các khâu trong hệ thống đo lường - điều khiển của cả quá trình sản xuất, tín hiệu đo có thể thay đổi theo thời gian hoặc các thông số khác.

Một tín hiệu đo phụ thuộc vào nhiều thông số khác nhau nhưng người ta cố định các thông số khác và chỉ để phụ thuộc duy nhất vào một thông số.

Ví dụ 3.1

$x(t, a, b, c,...) \Rightarrow$ coi như tín hiệu là $x(t)$

Như vậy tín hiệu đo trên phụ thuộc thời gian, các thông số khác nằm trong phạm vi cho phép.

3.1.2. Phân loại tín hiệu đo

Có thể phân loại tín hiệu đo dựa theo các tiêu chí sau:

Dựa vào sự xuất hiện của tín hiệu

- *Tín hiệu tiền định và gần tiền định*
    + Tín hiệu tiền định là tín hiệu đã biết trước các thông số cũng như quy luật thay đổi. Ví dụ như tín hiệu: $U = 10$ V, $I = 20$ mA.
    + Tín hiệu gần tiền định là các tín hiệu biết trước quy luật thay đổi theo thời gian, cần xác định một vài thông số của nó.

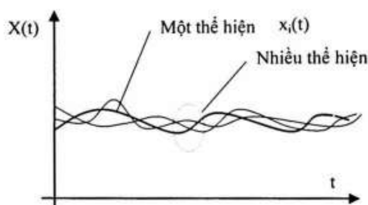
Ví dụ như tín hiệu xoay chiều hình sin: $x = X_{max}\sin(\omega t + \varphi)$.

Trong đó có thể tần số f đã biết f = 50 Hz; ta cần đo các đại lượng X_{max} và φ.

- *Tín hiệu ngẫu nhiên:* là các tín hiệu không biết trước quy luật biến thiên cũng như các thông số của nó. Các giá trị của nó tại mọi thời điểm đều là đại lượng ngẫu nhiên. Như vậy tín hiệu ngẫu nhiên là một hàm ngẫu nhiên theo thời gian hay còn gọi là quá trình ngẫu nhiên.

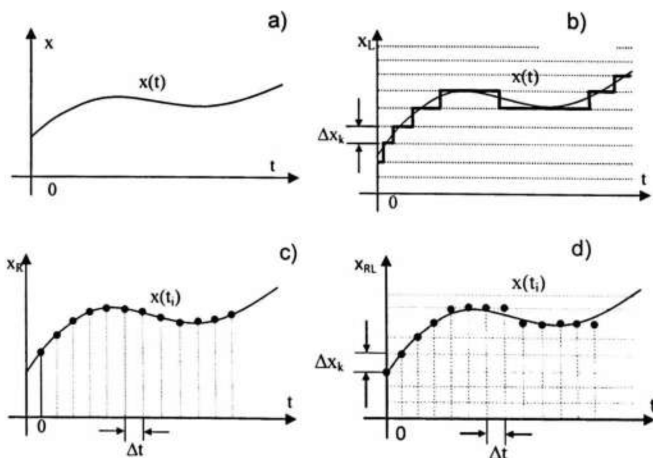
Ví dụ 3.2

Khi đo nhiệt độ không khí trong một ngày từ 0 đến 24 giờ (hình 3-1) ta được một đường cong hoàn toàn ngẫu nhiên. Sự thay đổi nhiệt độ trong ngày phụ thuộc vào thời tiết và nhiều yếu tố. Nếu ngày hôm sau ta lại đo thì được một đường cong khác và cứ thế, mỗi ngày ta lại được một đường cong khác nhau. Mỗi đường cong như vậy ta ký hiệu là x(t) và gọi là một thể hiện của tín hiệu ngẫu nhiên. Tập hợp tất cả các thể hiện tạo thành một chùm đường cong gọi là tín hiệu ngẫu nhiên và ký hiệu là X(t).



Hình 3-1. *Minh họa về tín hiệu ngẫu nhiên*

Dựa vào hình thức biến đổi tín hiệu



Hình 3-2. Các dạng tín hiệu (a, b, c, d)

- *Tín hiệu liên tục (a)*

Tín hiệu liên tục là tín hiệu liên tục theo thời gian liên tục. Đồ thị của tín hiệu là hàm liên tục của đối số liên tục.

- *Tín hiệu liên tục lượng tử (b)*

Tín hiệu liên tục lượng tử là tín hiệu liên tục theo thời gian và lượng tử theo mức. Đồ thị của tín hiệu là hàm gián đoạn của đối số liên tục. Trong đó, Δx_K gọi là mức lượng tử.

- *Tín hiệu rời rạc (c)*

Tín hiệu rời rạc là hàm liên tục của đối số rời rạc.

Trong đó, Δt là chu kỳ rời rạc hay là thời gian lấy mẫu (có khi còn gọi là T_C).

- *Tín hiệu rời rạc lượng tử (d)*

Tín hiệu rời rạc lượng tử là hàm lượng tử theo mức của đối số rời rạc, tức là hàm x(t) vừa được rời rạc theo thời gian, vừa được lượng tử và làm tròn theo mức. Giá trị $x(t_i)$ tại mỗi thời điểm i là một số nguyên.

3.1.3. Chú ý

- Đa số các trường hợp trong thực tế, tín hiệu đo là tín hiệu ngẫu nhiên, do đó tín hiệu không ngẫu nhiên chỉ là trường hợp riêng của tín hiệu ngẫu nhiên mà thôi.
- Khi đo một tín hiệu ngẫu nhiên, ta phải kiểm tra tính dừng, tính ergodic của tín hiệu; phải xác định rõ phương pháp phân tích (theo hàm tương quan hay phân tích phổ) và xác định các đặc tính số của chúng dựa trên yêu cầu phép đo.

3.2. Lấy mẫu tín hiệu (rời rạc hóa tín hiệu)

3.2.1. Khái niệm về lấy mẫu tín hiệu

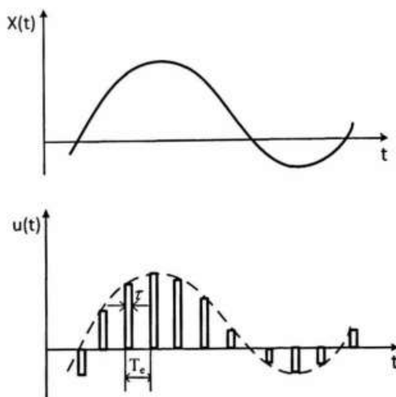
Lấy mẫu (sampling) của một tín hiệu x(t) là thay thế nó bằng một tín hiệu xung u(t) có độ rộng rất nhỏ, tuần hoàn với tần số F_c gọi là tần số lấy mẫu như hình 3-3.

Trong điều kiện lý tưởng, độ rộng xung $\tau \to 0$, giá trị lấy mẫu là giá trị tức thời của đường cong x(t), còn ở giữa các đoạn τ thì u(t) sẽ bằng 0. Như vậy quá trình lấy mẫu tín hiệu thực chất là quá trình rời rạc hoá đều tín hiệu.

Đại lượng nghịch đảo với F_c là $T_c = 1/F_c$ được gọi là chu kỳ lấy mẫu hay là bước rời rạc hoá.

Tuy nhiên trong thực tế, τ tồn tại mặc dù rất nhỏ so với T_c.

Hiện nay tồn tại các định lý lấy mẫu nổi tiếng đó là định lý Kotelnikov (Nga), định lý lấy mẫu của Shannon (Mỹ) và định lý Nyquist (Mỹ).



Hình 3-3. Lấy mẫu tín hiệu

3.2.2. Định lý Kotelnikov

Định lý lấy mẫu Kotelnikov được phát biểu như sau:

Một hàm bất kỳ x(t) liên tục có phổ giới hạn trong dải 0 đến f_{max} thì nó hoàn toàn được xác định bởi các giá trị tức thời của nó lấy tại các thời điểm cách đều nhau một khoảng

$$T_c = \frac{1}{2f_{max}} \tag{3-1}$$

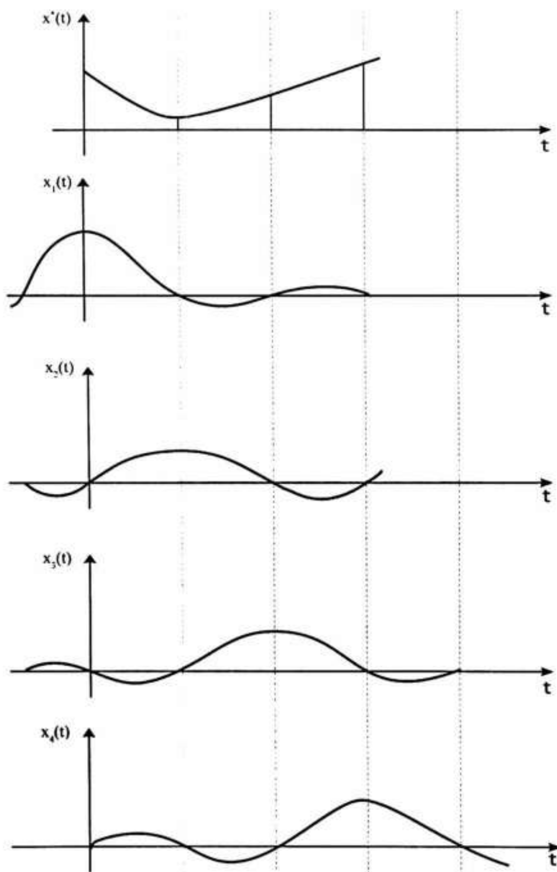
Với chu kỳ lấy mẫu T_c có thể biểu diễn tín hiệu x(t) dưới dạng một dãy đặc biệt được gọi là dãy Kotelnikov:

$$x^{*}(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} x(kT_c)\frac{\sin 2\pi f_{max}(t-kT_c)}{2\pi f_{max}(t-kT_c)} \tag{3-2}$$

ở đây x*(t) là tín hiệu phục hồi.

Như vậy tín hiệu liên tục x*(t) có thể biểu diễn dưới dạng tích các giá trị tức thời x(kTc) với hàm số có dạng:

$$S = \frac{\sin x}{x} = \frac{\sin 2\pi f_{max}(t-kT_c)}{2\pi f_{max}(t-kT_c)} \tag{3-3}$$



Hình 3-4. Minh họa định lý Kotelnikov

Hàm này có giá trị bằng 1 tại các thời điểm $t = kT_c$ và bằng 0 tại các giá trị $t = (k+n)T_c$, trong đó n là số nguyên. Như vậy hàm liên tục ban đầu tương ứng với tập các hàm điều hòa có biên độ lớn nhất bằng giá trị tức thời của hàm liên tục tại các thời điểm lấy mẫu. Tức là từ các giá trị gián đoạn ta luôn có thể phục hồi lại được hàm liên tục ban đầu.

Như vậy: nếu chọn $\Delta t = \dfrac{1}{2f_m}$ thì có thể khôi phục lại x(t) từ x*(t). Tuy nhiên định lý này cũng có hạn chế đối với các hàm có phổ vô cùng lớn, thì không thể chọn được

giá trị f_m. Trong đo lường và điều khiển xa, nếu các tín hiệu cần truyền đều biến thiên chậm và có phổ tập trung thì vẫn áp dụng được định lý này.

Tóm lại, định lý Kotelnikov cho phép lấy mẫu tín hiệu với tần số lấy mẫu là:

$$F_c = \frac{1}{T_c} = 2f_{max} \tag{3-4}$$

Minh họa quá trình phục hồi tín hiệu theo định lý Kotelnikov được thể hiện như trên hình 3-4.

3.2.3. Định lý Shannon

Shannon, nhà bác học người Mỹ đã phát biểu và chứng minh định lý lấy mẫu như sau:

Một tín hiệu liên tục x(t) có phổ giới hạn trong khoảng 0 đến f_{max} có thể được biểu diễn hoàn toàn bằng các mẫu cách đều nhau, tần số F_c sao cho $F_c \geq 2f_{max}$.

Định lý này dựa trên ba giả thiết gần đúng mà ta chấp nhận:

1. x(t) là hàm có phổ hạn chế, tức là x(t) phải là một tín hiệu tồn tại vô tận theo thời gian.
2. Độ rộng xung mẫu rất nhỏ ($\tau \to 0$).
3. Việc hồi phục tín hiệu x(t) từ các mẫu được thực hiện bằng các mạch lọc thông thấp lý tưởng, loại bỏ cả các thành phần tín hiệu có phổ lớn hơn $\frac{1}{2}F_c$.

3.2.4. Định lý Nyquist

Nếu x(t) có biến đổi Fourier là X(f) sao cho X(f) bằng 0 khi $|f| \geq f_{max}$ thì phổ của x(t) sẽ trải ra trên khoảng từ $-f_{max}$ đến $+f_{max}$ tức là có bề rộng là $2f_{max}$.

Định lý Nyquist đã nêu điều kiện cần và đủ của việc lấy mẫu sao cho tín hiệu phục hồi $x^*(t)$ không bị biến dạng. Định lý phát biểu như sau:

Nếu x(t) là một hàm có dải tần $[-f_{max} \div +f_{max}]$ thì ta sẽ không bị mất thông tin khi thực hiện phép lấy mẫu với một tần số lấy mẫu F_c lớn hơn $2f_{max}$ tức là:

$$F_c \geq 2\,f_{max} \text{ hay } T_c \leq \frac{1}{2f_m} \tag{3-5}$$

Thực chất của định lý Nyquist cho ta thấy rằng có thể lập lại một hàm từ các mẫu của nó với tần số lặp lại là $F_c \geq 2f_{max}$; tức là hàm phục hồi có dạng.

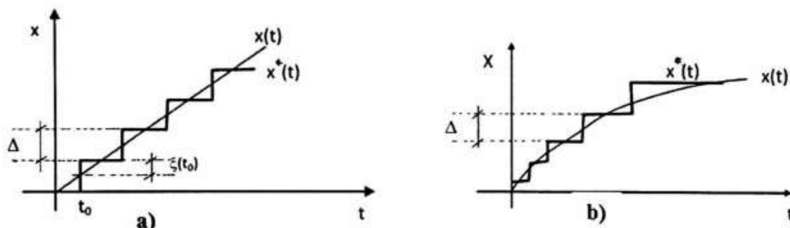
$$x^*(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x\left(\frac{k}{F_c}\right)\frac{\sin \pi F_c\left(t-\frac{k}{F_c}\right)}{\pi F_c\left(t-\frac{k}{F_c}\right)} \quad (3\text{-}6)$$

Như vậy định lý Nyquist thực chất là định lý Shannon mở rộng cho cả dải tần số âm ($-f_{max}$) và cùng đi đến biểu thức của đường phục hồi (3-6) tương đương với định lý Kotelnikov và biểu thức $F_c \geq 2f_{max}$ trùng với biểu thức của định lý Shannon.

3.3. Lượng tử hoá tín hiệu

3.3.1. Cách lượng tử hóa

Lượng tử hoá theo mức, đó là việc làm tròn các giá trị tín hiệu đến giá trị lượng tử gần nhất (có hai cách làm tròn là theo kiểu cắt bỏ hoặc theo kiểu làm tròn với nửa bước lượng tử). Khi lượng tử hóa, mỗi giá trị được làm tròn có thể khác với các giá trị ban đầu (giá trị thực) của tín hiệu một lượng gọi là sai số làm tròn ξ.



Hình 3-5. Lượng tử hóa đều và không đều

Lượng tử hoá theo mức thực chất là quá trình rời rạc hoá theo mức, thường người ta sử dụng các chuyển đổi ADC. Có hai cách lấy lượng tử:

Lượng tử hóa đều như hình 3-5a, với Δ là bước lượng tử và ξ là sai số làm tròn.

Trong đó bước lượng tử hóa Δ được chọn không đổi (Δ = const)

Trong nhiều trường hợp thì lượng tử hoá đều hiệu quả không cao. Ví dụ khi ta lượng tử hóa một tín hiệu có phần rất lớn và có phần rất nhỏ, nếu lượng tử hóa đều thì phần tín hiệu nhỏ sẽ sai số lớn hơn nhiều so với phần tín hiệu lớn.

Lượng tử hoá không đều, thường là lượng tử hóa theo kiểu hàm logarit như hình 3-5b.

Trong đó bước lượng tử hóa Δ được chọn khác nhau $\Delta \neq$ const.

Bước lượng tử với tín hiệu vào theo dạng quan hệ hàm logarit; khi tín hiệu nhỏ thì bước lượng tử nhỏ và ngược lại.

Thực tế trong kỹ thuật người ta dùng nhiều giải pháp khác nhau để thực hiện việc lượng tử hóa không đều. Có hai hệ thống thiết bị để thực hiện việc này là theo kiểu của EU và theo kiểu Nhật Bản - Mỹ.

Sai số của phép lượng tử hoá

Xét quá trình lượng tử hóa đều, ta nhận thấy độ lớn của ξ không vượt quá một nửa bước lượng tử hoá $\Delta/2$. Nếu tín hiệu vào không biết một cách chính xác thì sai số làm tròn ξ là một đại lượng ngẫu nhiên. Khi bước lượng tử hoá Δ nhỏ có thể coi luật phân bố của đại lượng ngẫu nhiên ξ là gần đúng với phân bố đều.

$$P(\xi) = \begin{cases} \frac{1}{\Delta} & \text{khi} \quad -\frac{\Delta}{2} \le \xi \le \frac{\Delta}{2} \\ 0 & \text{otherwhise} \end{cases} \tag{3-7}$$

Một dãy các giá trị sai số khi làm tròn ξ tạo ra khi lượng tử hoá các giá trị rời rạc của tín hiệu $x(k\Delta t)$ sẽ tạo ra một quá trình ngẫu nhiên rời rạc $\xi(k\Delta t)$ gọi là tạp âm lượng tử. Tín hiệu đã lượng tử có thể coi là tổng của tín hiệu rời rạc chưa lượng tử $x(k\Delta t)$ với tạp âm lượng tử $\xi(k\Delta t)$.

Phương sai của tạp âm lượng tử được tính như sau:

$$\sigma_\xi^2 = \int_{-\frac{\Delta}{2}}^{\frac{\Delta}{2}} \xi^2 P(\xi) d\xi = \int_{-\frac{\Delta}{2}}^{\frac{\Delta}{2}} \xi^2 \frac{1}{\Delta} d\xi = \frac{\Delta^2}{12} \tag{3-8}$$

$$\sigma_\xi = \frac{\Delta}{\sqrt{12}} \approx 0.29\Delta$$

Tức là sai số bình quân phương của quá trình lượng tử hoá chiếm 0,29 bước lượng tử hoá.

Ví dụ 3.3

Một ADC 8 bit thì có thang đo chia làm 2^8 vạch. Vậy giá trị một vạch là:

$$\Delta = 1/2^8 = 1/256$$

Sai số lượng tử hoá

$$\sigma\% = 0,29\Delta.100 = 0,29.100/256 = 0,113\%$$

Như vậy với ADC 8 bit thì sai số do phép lượng tử hoá chỉ chiếm $0,113\%$.

3.3.2. Chú ý

Quá trình lượng tử hóa tín hiệu thường được thực hiện cùng lúc với việc mã hóa chúng, tức là ở đầu ra nhận tín hiệu dưới dạng mã số. Tín hiệu dưới dạng đó có thể đưa trực tiếp vào máy tính để xử lý. Các ADC thực hiện nhiệm vụ này. Trong ADC sẽ tiến hành cùng một lúc ba quá trình: rời rạc hóa, lượng tử hóa, mã hóa. Kết quả, ở đầu vào là tín hiệu tương tự, đầu ra là tín hiệu dưới dạng mã số.

3.4. Mã hoá tín hiệu

3.4.1. Khái niệm

Mã hoá: Mã hoá là thay thế các ký hiệu dạng này thành cách ký hiệu dạng khác.

Mã: là tập hợp các con số để thể hiện, số con số của mã được gọi là cơ số. Trong kỹ thuật thường dùng cơ số 2, các con số là con số 1 và con số 0 đại diện cho hai trạng thái có điện và không có điện trong kỹ thuật.

Nếu như có n giá trị lượng tử hoá được đánh số từ 1 đến n thì số dãy mã cơ số 2 (tức là m) cần để mã hoá n giá trị là:

$m \geq \log_2{}^n$. Số dãy mã m phải là số nguyên dương.

Ví dụ như : $n = 26 \Rightarrow m = 5$; $n = 10 \Rightarrow m = 4$

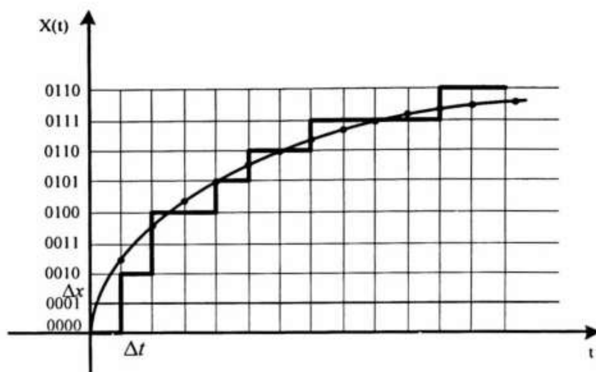
Để tránh sự dư thừa thông tin thì những dãy mã có số 0 đằng trước được bỏ đi vì nó không mang thông tin.

Để phân biệt các tập mã với nhau thì người ta dùng xung có biên độ khác hoặc xung có dấu ngược lại.

3.4.2. Cách mã hóa

Để mã hóa một tín hiệu, trước tiên ta thực hiện hai quá trình rời rạc hóa và lượng tử hóa. Sau đó mỗi mức sẽ gán cho một tập hợp mã (từ mã) như hình 3.6. Các thiết bị ADC thực hiện việc mã hóa tín hiệu; các bộ ADC được chế tạo theo ba phương pháp: Phương pháp song song; phương pháp trọng số; phương pháp số.

Trong kỹ thuật người ta sử dụng nhiều phương pháp mã hoá khác nhau, để giảm sự dư thừa thông tin người ta còn có thể dùng mã thống kê hoặc mã thích nghi. Trong thông tin có một lý thuyết riêng về mã và mã hóa.



Hình 3-6. Mã hóa tín hiệu

3.5. Sự dư thừa thông tin và phương pháp giảm

3.5.1. Hiện tượng dư thừa thông tin

Ngày nay máy tính có tốc độ khá nhanh nên khoảng thời gian rời rạc Δt nhỏ, vì vậy nhiều khi thông tin thừa không có ích. Đặc biệt, với một hệ thống thu thập nhiều kênh thì khối lượng các giá trị cần xử lý rất lớn nên việc giảm thông tin thừa là rất cần thiết.

Theo thống kê, có rất nhiều hệ thống kỹ thuật, nếu cần độ chính xác 2% thì chỉ cần 1/70 ÷ 1/20 lượng thông tin. Do đó lượng thông tin thừa rất nhiều.

3.5.2. Nguyên nhân tạo thông tin thừa

Nguyên nhân tạo thông tin thừa là do:

- Do đo quá gần nhau các giá trị của một đại lượng biến thiên chậm;
- Đặt các sensor quá gần nhau khi cần đo một đại lượng vật lý;
- Mã hoá thông tin không tối ưu;
- Rời rạc hoá không thích nghi.

3.5.3. Cách đánh giá thông tin thừa

- *Đánh giá sự dư thừa theo phần tử*

Giả sử có n phần tử thông tin truyền đi mà chỉ cần có n_0 phần tử, như vậy sẽ dư thừa $(n - n_0)$ phần tử.

Hệ số dư thừa là:

$$K_n = \frac{n - n_0}{n_0} \tag{3-9}$$

- *Đánh giá sự dư thừa theo tần số.* Đó là khoảng tần số cần thiết của kênh liên lạc khi chưa giảm tần số dư thừa với khoảng tần số đã cắt giảm dư thừa.

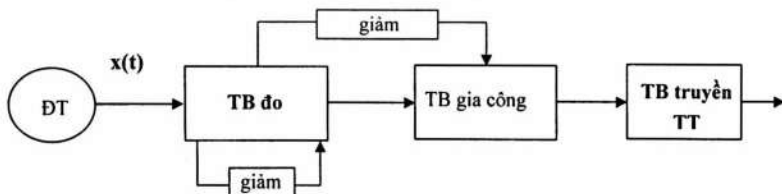
$$K_f = \frac{F}{F_0} \tag{3-10}$$

3.5.4. Các phương pháp giảm sự dư thừa thông tin

Để giảm sự dư thừa thông tin trước hết phải xác định số lượng tối ưu các giá trị tức thời (chọn khoảng thời gian thực hiện phép đo cho phù hợp), chọn vị trí đặt các sensor hợp lý.

Có hai cách giảm thông tin:

- *Cách 1*: Từ thiết bị đo trước khi vào thiết bị gia công: giảm thông tin thừa.
- *Cách 2:* Giảm thông tin thừa ngay tại ở thiết bị đo.



Hình 3-7. Mô hình cắt giảm thông tin thừa

Để giảm thông tin thừa phương pháp hiệu quả nhất là tiến hành rời rạc hoá thích nghi. Tức là nếu cho trước một sai số, tùy thuộc vào sự thay đổi của tín hiệu mà xác định thời gian rời rạc hóa cho phù hợp. Ta có thể tiến hành dưới dạng một thiết bị tương tự hay một thuật toán nhờ phương pháp số.

3.5.4.1. Kỹ thuật tương tự

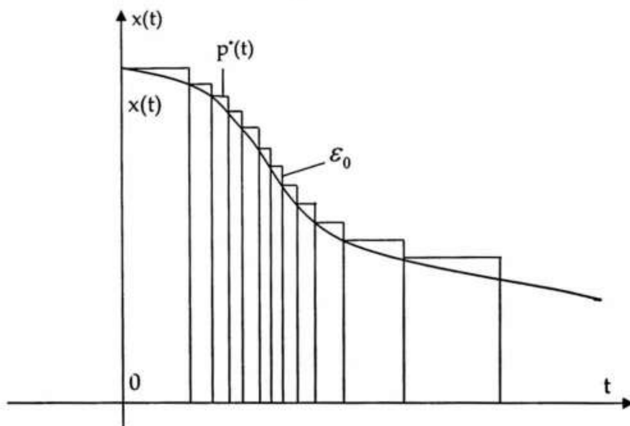
Tác động nhanh song kém chính xác. Có hai phương pháp:

- *Phương pháp ngoại suy bậc thang (đa thức bậc 0)*

Giả sử cho trước một sai số yêu cầu ε_0, tiến hành đo các giá trị mà độ sai lệch giữa giá trị đã đo được và tín hiệu đo đạt đến giá trị ε_0, tức là khi:

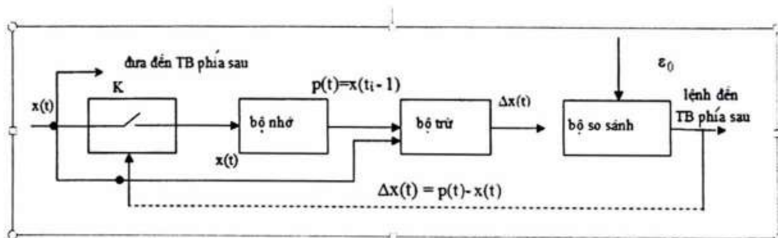
$$\varepsilon(t) = |p(t) - x(t)| = \varepsilon_0 \qquad (3\text{-}11)$$

thì dụng cụ đo mới được phép đo giá trị tiếp theo. Cứ như thế, thiết bị đo sẽ đo tất cả những giá trị có sai lệch bằng ε_0 (hình 3-8).



Hình 3-8. Mô tả phương pháp ngoại suy bậc thang

Về mặt toán học, có thể mô tả như sau: Thực hiện vẽ đường p(t) và liên tục tính sai số: $\varepsilon(t) = |p(t) - x(t)|$, sau đó tiến hành so sánh ở thời điểm: $|p(t) - x(t)| = \varepsilon_0$ thì ta tiến hành đo giá trị x(t). Kết quả được thực hiện như sau:



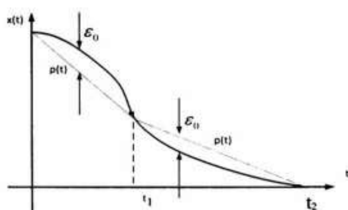
Hình 3-9. Giảm thông tin thừa theo phương pháp ngoại suy bậc thang

Thiết bị để thực hiện quá trình trên gọi là thiết bị cắt giảm thông tin thừa.

Nhận xét: Sử dụng phương pháp cắt giảm thông tin thừa theo đường ngoại suy bậc thang p(t), ta có thể giảm đi khá nhiều thông tin thừa.

- *Phương pháp nội suy tuyến tính*

Trong phương pháp này, ta sử dụng đường xấp xỉ hóa là đường tuyến tính. Đường cong x(t) được thay bằng những đoạn thẳng p(t) sao cho độ sai lệch lớn nhất trong khoảng đo giữa x(t) và p(t) phải bằng ε_0.



Hình 3-10. **Mô tả phương pháp nội suy tuyến tính**

Tức là: $\varepsilon(t) = |p(t) - x(t)|$, trong đó p(t) là đường thẳng được tính từ phương trình sau: $p(t) = x(t_{i-1}) + x'(t_{i-1}).\Delta t$

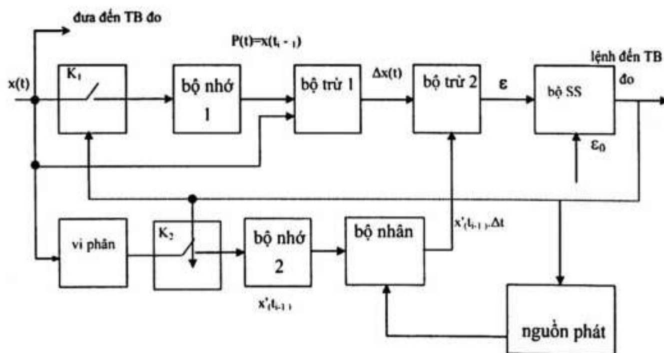
Tại điểm so sánh:

$$\varepsilon(t) = |x(t_{i-1}) + x'(t_{i-1}).\Delta t - x(t)| = \varepsilon_0$$

Đầu ra của bộ so sánh có tín hiệu điều khiển

Đặt: $\Delta x = x(t) - x(t_{i-1})$, ta có:

$$\varepsilon(t) = |x'(t_{i-1}).\Delta t - \Delta x| = \varepsilon_0 \quad (3\text{-}12)$$



Hình 3-11. ***Thiết bị cắt giảm thông tin thừa theo phương pháp nội suy tuyến tính***

Thiết bị thực hiện thể hiện phương trình (3-12) như hình 3-11.

Nhận xét: Ta thấy ngay, phương pháp nội suy tuyến tính cũng cho ta giảm đáng kể lượng thông tin thừa.

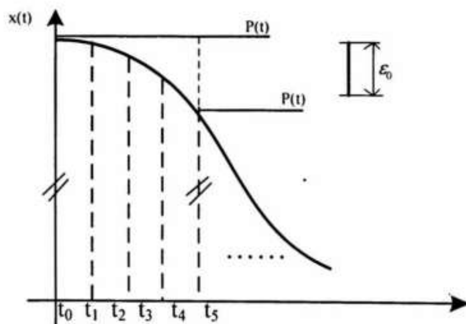
3.5.4.2. Cắt giảm thông tin thừa bằng phương pháp số

Để cắt giảm thông tin thừa bằng phương pháp số, trước tiên tín hiệu đo được số hóa nhờ ADC, sau đó các giá trị này được trực tiếp đưa vào máy tính. Một thuật toán sẽ tự động lựa chọn những giá trị cần thiết (đảm bảo sai số không lớn hơn ε_0 cho trước) để đưa vào hệ thống DMCS. Như vậy việc giảm thông tin thừa ở đây là sau thiết bị đo. Bản chất thuật toán của phương pháp số cũng không khác phương pháp tương tự.

Thuật toán ngoại suy bậc thang

Thuật toán được thể hiện như trên hình 3-12.

Giả sử cho trước sai số ε_0, giá trị này được ghi vào ô nhớ máy tính. Tín hiệu x(t) sau khi đi qua ADC được đưa vào máy tính. Máy tính sẽ tự động lựa chọn những giá trị của tín hiệu đảm bảo sai số ε_0 cho trước và chuyển sang DMCS, còn những giá trị khác sẽ bị loại.



Hình 3-12. Mô tả phương pháp pháp ngoại suy bậc thang

Thuật toán thể hiện cụ thể như sau:

- Ở thời điểm t_0, giả sử có x_0.

  x_0 được nhớ vào Ram cùng lúc có thể có thể truyền đi hoặc đưa vào xử lý.

- Ở thời điểm t_1 xuất hiện x_1

+ Tính độ sai lệch giữa hai giá trị: $\varepsilon(t_1) = |x_0 - x_1|$

+ So sánh giữa ε (t_1) với ε_0 cho trước, nếu $\varepsilon(t_1) < \varepsilon_0$ thì x_1 bị loại bỏ, coi như thông tin thừa, tiếp tục điểm thứ hai.

- Ở thời điểm t_2 xuất hiện x_2

+ Tính : $\varepsilon(t_2) = |x_0 - x_2|$

+ So sánh giữa $\varepsilon(t_2)$ với ε_0 cho trước

+ Nếu $\varepsilon(t_1) < \varepsilon_0$ thì x_2 bị loại bỏ coi như thông tin thừa và cứ tiếp tục .

- t_3 xuất hiện x_3 ...

Giả sử ở một thời điểm t_k xuất hiện x_k mà có $\varepsilon(t_k) \geq \varepsilon_0$. Lúc đó giá trị x_k được ghi lại và được truyền đi hay đưa vào xử lý, còn x_0 được xoá; khoảng thời gian rời rạc là:

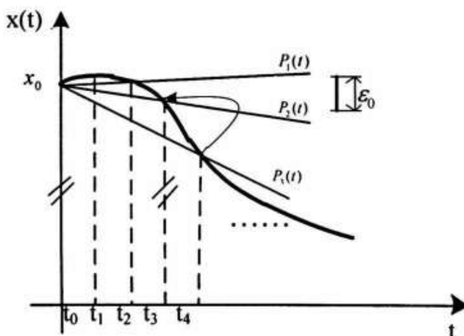
$$\Delta t_k = t_k - t_0;$$

Trong đó: t_0: điểm đầu của đường ngoại suy;

t_k: điểm cuối của đường ngoại suy.

Thuật toán nội suy tuyến tính

Phương pháp ngoại suy bậc thang có một nhược điểm là có thể tín hiệu được lấy mẫu sai lệch lớn hơn ε_0. Ngoài ra, tỷ lệ giảm thông tin thừa chưa lớn lắm.



Hình 3-13. **Mô tả phương pháp nội suy tuyến tính**

Để khắc phục ta dùng phương pháp nội suy tuyến tính như sau:

- Ở thời điểm t_0 giả sử có x_0.

  x_0 được nhớ vào RAM cùng lúc có thể truyền đi hoặc đưa vào xử lý.

- Ở thời điểm t_1 xuất hiện x_1; x_1 được nhớ nhưng không truyền đi.

- Ở thời điểm t_2 xuất hiện x_2; x_2 được nhớ nhưng không truyền đi.

+ Tính tỷ số các số gia bậc một của đa thức nội suy lagrang $p_1(t)$ đi qua 2 điểm x_0 và x_2

$$\nabla(t_2,t_0)=\frac{x_2-x_0}{t_2-t_0} \tag{3-13}$$

+ Tính giá trị đa thức nội suy ở t_1: $p_1(t_1)$

$$p_1(t_1) = x_0+\nabla(t_2,t_0)(t_1-t_0) \tag{3-14}$$

+ Tính độ sai lệch ở t_1:

$$\varepsilon_1(t_1)=|x_1-p_1(t_1)|$$

+ So sánh $\varepsilon_1(t_1)$ với ε_0 cho trước; nếu $\varepsilon_1(t_1)<\varepsilon_0$ thì tín hiệu sẽ không truyền đi coi như thông tin thừa.

- t_3 xuất hiện x_3; x_3 được nhớ, không truyền đi.

+ Tính tỷ số các số gia bậc 1 với đa thức nội suy $p_2(t)$

$$\nabla(t_3,t_0)=\frac{x_3-x_0}{t_3-t_0} \tag{3-15}$$

+ Tính các giá trị của đa thức nội suy ở t_1, t_2:

$$\begin{aligned} p_2(t_1) &= x_0+\nabla(t_3,t_0)(t_1-t_0) \\ p_2(t_2) &= x_0+\nabla(t_3,t_0)(t_2-t_0) \end{aligned} \tag{3-16}$$

+ Tính độ sai lệch của phép nội suy tại t_1, t_2

$$\begin{aligned} \varepsilon_2(t_1) &= |x_1-p_2(t_1)| \\ \varepsilon_2(t_2) &= |x_2-p_2(t_2)| \end{aligned} \tag{3-17}$$

+ So sánh $\varepsilon_2(t_1)$ và $\varepsilon_2(t_2)$ với ε_0 cho trước

Nếu $\varepsilon_2(t_1) < \varepsilon_0$ và $\varepsilon_2(t_2) < \varepsilon_0$ thì giá trị x_2 không chấp nhận và không được truyền đi, coi như thông tin thừa.

Giả sử ở t_k nào đó xuất hiện x_k và đa thức nội suy là:

$$p_{k-1}(t) = x_0 + \nabla(t_k; t_0)(t - t_0) \tag{3-18}$$

Trong đó: $\nabla(t_k, t_0) = \dfrac{x_k - x_0}{t_k - t_0}$, mà ta có: $\varepsilon_{k-1}(t_j) = \left|x_j - p_{k-1}(t_j)\right| \geq \varepsilon_0$ với $0 < j < k$ thì x_{k-1} được chấp nhận.

$\Delta t_{k-1} = t_{k-1} - t_0$ khoảng nội suy lúc đó trong dây liên lạc hoặc đưa vào xử lý là giá trị x_{k-1}. Khoảng nội suy mới được xác định bắt đầu từ t_{k-1}.

Như vậy phép nội suy tuyến tính được tiến hành theo cách nối liền các điểm bằng đoạn thẳng p(t) :

$$p_k(t) = x_0 + \frac{x_{k-1} - x_0}{(t_{k-1} - t_0)}(t - t_0)$$

Đoạn thẳng tiếp theo sẽ đi qua điểm x_{k-1} và giá trị tiếp theo của quá trình rời rạc hoá thích nghi.

Chương 4
ĐIỀU CHẾ TÍN HIỆU

4.1. Mở đầu

4.1.1. Khái niệm và phân loại

Khái niệm: Điều chế là sự tác động của tín hiệu cần truyền lên một thông số của tín hiệu khác gọi là tín hiệu mang.

Lý do phải điều chế tín hiệu:

- Với mục đính chống nhiễu.
- Với mục đích để truyền đi xa: Vì tín hiệu vật lý ban đầu (băng gốc) thường có tần số thấp, như vậy không thể trực tiếp bức xạ qua các ăngten phát. Với ăngten muốn bức xạ tốt phải có kích thước hình học xấp xỉ 1/4 bước sóng của dao động.

Bước sóng càng bé thì kích thước ăngten càng nhỏ, khi đó tính khả thi vật lý của ăngten càng cao. Bước sóng càng ngắn tần số càng cao.

Tham gia điều chế tín hiệu có hai thành phần:

- Tín hiệu ban đầu x(t): hàm tin. Hàm tin x(t) là khách quan yêu cầu, bất kì.
- Sóng mang dao động có tần số cao: u(t). Sóng mang u(t): do kỹ thuật chủ động.

Phân loại điều chế: Căn cứ vào sự lựa chọn sóng mang mà có các loại điều chế khác nhau. Xét ba loại điều chế:

- Loại 1: Tín hiệu điều chế cao tần (ĐCCT): sóng mang u(t) được chọn là dao động điều hòa có tần số cao.
- Loại 2: Tín hiệu điều chế xung: là một dãy xung, tuần hoàn có tần số cao.
- Loại 3: Tín hiệu điều chế số: các hàm tin x(t) có dạng số (0,1).

4.1.2. Tổng quan về tín hiệu và điều chế cao tần

Sóng mang là dao động điều hòa, tần số cao:

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

Có ba thông số đặc trưng: U_m: biên độ (v);

ω: tần số góc (rad/s) và $f = \dfrac{\omega}{2\pi}$;

φ: góc pha ban đầu.

Tóm lại, sóng mang có dạng:

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi) \quad (4\text{-}1)$$

Trong đó đại lượng hình sin được đặc trưng bởi bộ ba thông số (ω, U_m, φ), điều chế là dùng hàm tin x(t) điều khiển một trong ba thông số (ω, Um, φ), ta có ba tín hiệu điều chế cao tần khác nhau.

Tín hiệu điều biên (AM - Amplitude Modulation)

Hàm tin x(t) làm thay đổi biên độ biên độ u(t):

$$u_m(t) = U_0 + \Delta U.x(t)$$

Thay vào biểu thức (4-l) ta có:

$$u_{db}(t) = [U_0 + \Delta U.x(t)].\cos(\omega_0.t + \varphi_0) \quad (4\text{-}2)$$

Tín hiệu điều tần (FM - Frequency Modulation)

Hàm tin x(t) làm thay đổi tần số $\omega(t)$:

$$\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega x(t)$$

Biểu thức tín hiệu điều tần:

$$u_{dt}(t) = U_0.\cos\int \omega(t)dt = U_0[\cos\omega_0 t + \Delta\omega \int x(t)dt] \quad (4\text{-}3)$$

Tín hiệu điều pha (PM - Phase Modulation)

Hàm tin x(t) điều khiển góc pha $\varphi(t)$:

$$\varphi(t) = \varphi_0 + \Delta\varphi x(t)$$

Biểu thức tín hiệu điều pha:

$$u_{dp}(t) = U_0.\cos\,[\omega_0 t + \Delta\varphi.x(t) + \varphi_0] \quad (4\text{-}4)$$

Điều chế với sóng mang là điện áp hình sin, tần số cao sẽ cụ thể như phần sau.

4.1.3. Tín hiệu điều biên (AM)

Khái niệm

Điều biên là hàm tin tác động lên biên độ của sóng mang; tần số và góc pha đầu của sóng mang được giữ không đổi.

Từ (4-2) ta có: $u_{db}(t) = [U_0 + \Delta U.x(t)]\cos(\omega t + \varphi)$

$$u_{db}(t) = U_0\left[1 + \frac{\Delta U}{U_0}x(t)\right]\cos(\omega t + \varphi)$$
$$u_{db}(t) = U_0[1 + \gamma.x(t)]\cos(\omega t + \varphi) \quad (4\text{-}5)$$

Trong đó: $\gamma = \dfrac{\Delta U}{U_o}$

Nếu tính theo phần trăm, γ %, ta có:

$$0 \le \gamma\% = \frac{\Delta U}{U_o} \times 100\% \quad (4\text{-}6)$$

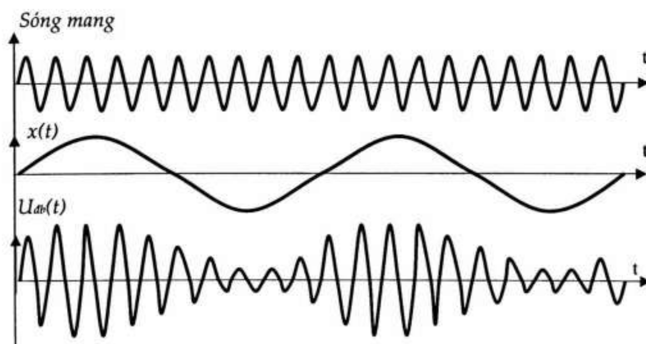
γ gọi là hệ số điều biên, với điều kiện $0 \le \gamma \le 1$;

Nếu $\gamma > 1$: điều biên quá mức dẫn đến làm "méo" hàm tin x(t).

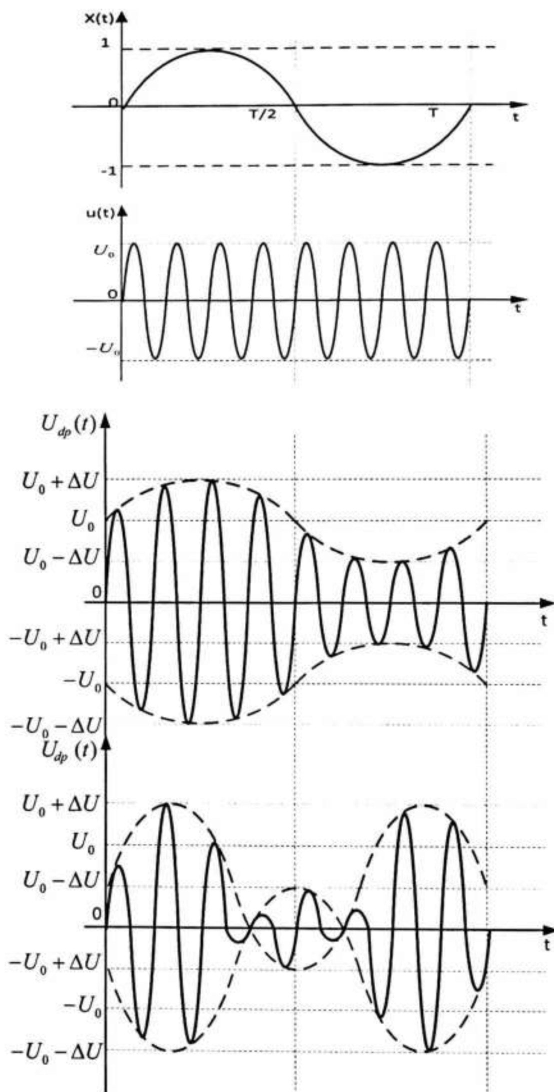
Trong quá trình tính toán, ta thường giả thiết hàm tin được chuẩn hóa x(t): $|x(t)| \le 1$

Đồ thị minh họa

Đồ thị minh họa quá trình điều chế biên độ như hình 4-1 và 4-2



Hình 4-1. Tín hiệu điều chế biên độ



Hình 4-2. Méo tín hiệu khi điều chế biên độ

- Tại máy phát: phát đi tín hiệu $u_{db}(t)$.
- Tại máy thu: Để nhận được tín hiệu giống với hàm tin x(t), phải thực hiện việc giải điều chế (DM: Demodulation), tức là phải xác định được hình bao biên độ của tín hiệu đã điều chế.

Có hai khả năng có thể xảy ra:

- Nếu $\gamma < 1$: dạng hình bao biên độ có dạng giống hàm tin x(t): trung thực (không "méo").
- Nếu $\gamma > 1$: dạng hình bao biên độ có dạng khác dạng x(t): không trung thực ("méo" tín hiệu).

4.1.4. Tín hiệu điều pha, điều tần (điều chế góc)

Khái niệm

Điều chế góc là hàm tin tác động lên góc pha của sóng mang; biên độ của sóng mang được giữ không đổi.

Ta xét chung hai trường hợp: điều tần và điều pha: gọi chung là điều chế góc.

$$u_{dt}(t) = U_0 \cos\left[\int \omega(t) + \varphi_0\right]dt = U_0 \cos\left[\omega_0 t + \Delta\omega \int x(t)dt + \varphi_0\right] \quad (4\text{-}7)$$

$$u_{dp}(t) = U_0 \cos[\omega_0 t + \Delta\varphi . x(t) + \varphi_0] \quad (4\text{-}8)$$

Hai biểu thức gần giống nhau, hàm tin x(t) cùng nằm trong góc pha, chỉ khác:

- Với $u_{dt}(t)$: x(t) nằm trong $\int dt$
- Với $u_{dp}(t)$: x(t) trực tiếp

Giả thiết hàm tin x(t) được chuẩn hóa và đơn sắc:

$$x(t) = \cos(\Omega t + \phi)$$

Lúc này ta có:

$$\begin{aligned} u_{dt}(t) &= U_0 \cos\left[\omega_0 t + \frac{\Delta\omega}{\Omega}\sin(\Omega t + \phi) + \varphi_0\right] \\ u_{dp}(t) &= U_0 \cos[\omega_0 t + \Delta\varphi . \cos(\Omega t + \phi) + \varphi_0] \end{aligned} \quad (4\text{-}9)$$

Định nghĩa các hệ số điều chế góc

- Chỉ số điều chế góc β: Chỉ số điều chế góc β là độ sâu điều pha (độ sâu điều pha là đại lượng biểu thị mức độ ảnh hưởng của hàm tin x(t) đến độ dịch pha u(t))

Với hai biểu thức trên thì $\beta_{dt} = \dfrac{\Delta\omega}{\Omega}$ và $\beta_{dp} = \Delta\varphi$

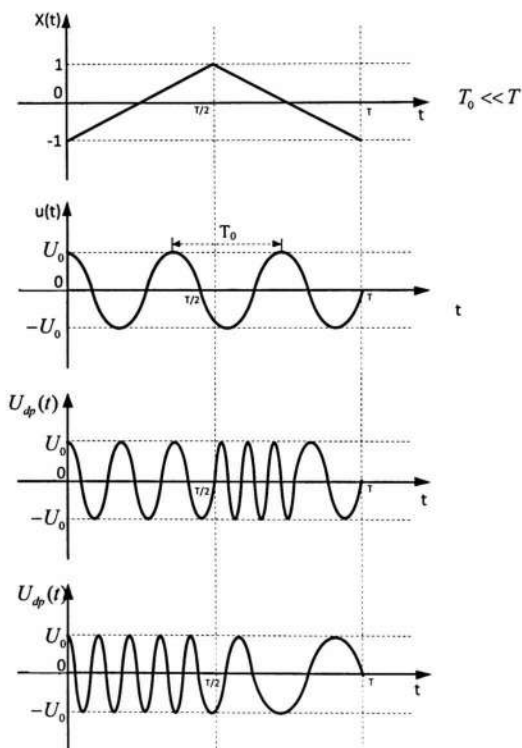
- Độ lệch tần số (dịch tần) $\Delta\omega$: theo định nghĩa là độ sâu điều tần (đại lượng biểu thị mức độ ảnh hưởng của hàm tin x(t) đến tần số của u(t).

Với tín hiệu điều tần: $\Delta\omega_{dt} = \Delta\omega$

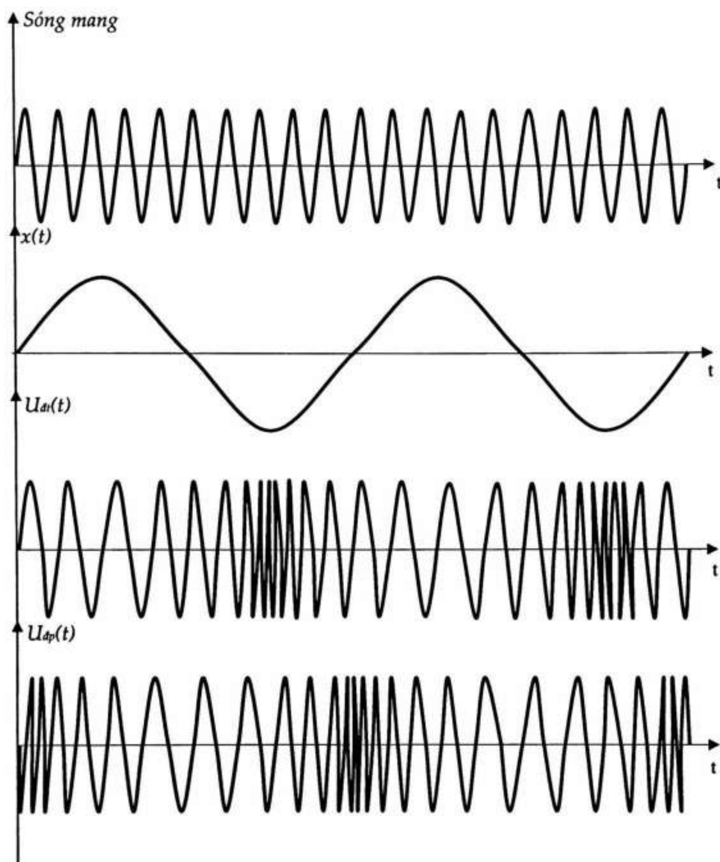
Với tín hiệu điều pha: $\Delta\omega_{dp} = \Delta\varphi.\Omega$

Quan hệ tổng quát: $\Delta\omega = \beta\Omega$

Đồ thị minh họa



Hình 4-3. Điều chế góc với hàm tin dạng tuyến tính



Hình 4-4. Điều chế góc với hàm tin dạng hình sin

Đặc điểm của các tín hiệu điều tần, điều pha

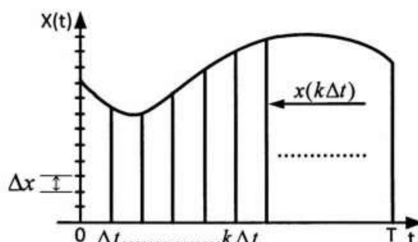
Do biên độ của sóng mang giữ không đổi nên có khả năng chống nhiễu tốt, vì khi nhiễu tác động vào tín hiệu có ích làm biến thiên biên độ sóng mang: với điều tần, điều pha dễ dàng phát hiện sự ảnh hưởng và loại trừ.

4.2. Tín hiệu điều mã xung (PCM: Pulse Code Modulation)

- Bản chất của điều chế mã xung: biến mọi hàm tin x(t) bất kỳ sang dạng số (0, 1); như vậy mỗi giá trị x(t) tai một thời điểm cho ta một từ mã. Sau đó, truyền từ mã nhị phân kết hợp với một trong ba dạng điều chế tương tự với tín hiệu mang là xoay chiều hình sin.
- Phải thông qua ba bước cơ bản để thực hiện: đó là rời rạc hóa, lượng tử hóa và mã hóa tín hiệu.

Nhắc lại các quá trình: rời rạc hóa, lượng tử hóa và mã hóa tín hiệu:

Rời rạc hoá (lấy mẫu) tín hiệu



Hình 4-5. Rời rạc hóa và lượng tử hóa tín hiệu

Rời rạc hóa là thay việc xét hàm tin x(t) trong một khoảng thời gian liên tục, bằng việc chỉ xét giá trị của x(t) tại các thời điểm rời rạc cách đều khoảng Δt, nghĩa là chỉ xét x(kΔt).

Cơ sở là: định lý lấy mẫu Shannon, Kachennhikop, Nyquist. Một giá trị x(kΔt) được gọi là một mẫu thứ k của x(t).

Một số lưu ý về thời gia lấy mẫu Δt:

- Khi xác định Δt theo định lý lấy mẫu:

$$\Delta t = \frac{\Pi}{\omega_c} = \frac{1}{2f_{max}}$$ chỉ là giới hạn trên của Δt và còn gọi là giới hạn Nyquis

- Thực tế thường chọn: $\Delta t \leq \frac{\Pi}{\omega_c} = \frac{1}{2f_{max}}$

Lượng tử hoá

Sau khi lấy mẫu thu được một dãy giá trị bất kỳ $x(k\Delta t)$, thực hiện lượng tử hoá là biến đổi các $x(k\Delta t)$ thành một dãy số nguyên x_k (quy tròn số).

Mức quy tròn (mức lượng tử hóa):

Δx gọi là mức lượng tử hoá dùng làm đơn vị khắc độ trục tung (thước đo của mẫu).

Chú ý: Nếu trục tung tính theo đơn vị cơ bản, khi tính $x(k\Delta t)$ ta phải chuyển đơn vị theo sự khắc độ trục tung là Δx.

Ví dụ 4-1

Như trên hình 4-5, ta có:

$$x(0) = 8,4;\ x(\Delta t) = 6,6;\ x(2\Delta t) = 6,2;...$$

Quy tròn:

$$\left[x(0)\right] = x_0 = 8;\ x_1 = 7; x_2 = 6;...$$

⇒ Từ đó ta có công thức quy tròn: $x_k = [x(k\Delta t) + 0,5]$

Trong đó: [] biểu thị lấy phần nguyên của một số.

Chú ý: Khi thực hiện lượng tử hóa sẽ gây ra sai số ξ (sai số lượng tử hoá). Nhưng sai số này do chủ động kỹ thuật nên dễ dàng khắc phục được. Khi thiết kế thì khuynh hướng muốn sai số bé, muốn giảm sai số thì ta phải giảm Δx. Tuy nhiên khi Δx giảm thì x_k sẽ tăng: vấn đề đặt ra là ta có thể chấp nhận sai số để số đo vừa phải hay không? Đây là vấn đề cần cân nhắc vì đơn vị càng bé thì số đo càng lớn.

Mã hoá

Sau khi lượng tử hoá ta có dãy số nguyên x_k. Ở bước này ta thực hiện mã hoá bằng cách viết các x_k trong hệ đếm nhị phân (0, 1).

Cách viết: theo hàng.

Ví dụ 4-2

Trong hệ thập phân: $1925 = 1.10^3 + 9.10^2 + 2.10^1 + 5.10^0$

Đối với hệ nhị phân: $101011 = 1.2^5 + 0.2^4 + 1.2^3 + 0.2^2 + 1.2^1 + 1.2^0$

Chuyển sang hệ thập phân: $32 + 8 + 2 + 1 = 43$.

Để chuyển từ thập phân sang nhị phân, ta phải xác định số bit (binary/digit) m cần thiết để viết các x_k.

Với hệ nhị phân:

$$2^{m-1} \le \max |x_k| < 2^m$$

Để xác định m ta sử dụng công thức;

$$m = \left[\log_2(\max|x_k|)\right] + \operatorname{sgn}\left\{\log_2(\max|x_k|) - \left[\log_2(\max|x_k|)\right]\right\} \quad (4\text{-}10)$$

Ví dụ 4-3: Xác định m khi $\max|x_k| = 45; \max|x_k| = 128$

Bài làm:

Áp dụng công thức (4-10) ta có:

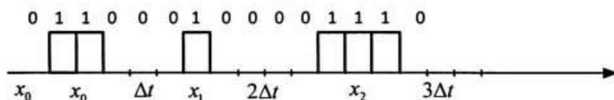
Khi $\max|x_k| = 45$

$$m = \left[\log_2(45)\right] + \operatorname{sgn}\left\{\log_2(45) - \left[\log_2(45)\right]\right\} = 5 + 1 = 6$$

Khi $\max|x_k| = 128$

$$m = \left[\log_2(128)\right] + \operatorname{sgn}\left\{\log_2(128) - \left[\log_2(128)\right]\right\} = 7 + 0 = 7$$

Biểu diễn tín hiệu:



Hình 4-6. Điều chế mã xung

4.3. Các dạng điều chế số cơ bản

- Biến đổi một chuỗi bit đến một dạng sóng liên tục, giống như điều chế dạng tương tự, điều chế dạng số cũng làm thay đổi tính chất của sóng mang. Thực chất là kết hợp giữa điều chế mã xung với điều chế tương tự với sóng mang là điện áp xoay chiều hình sin.
- Các biến đổi diễn ra riêng biệt và không liên tục. Số lần biến đổi trong một giây gọi là tỷ lệ bit của tín hiệu.
- Kỹ thuật điều chế dạng phổ biến nhất là ASK, FSK và PSK.

4.3.1. Điều chế khóa dịch biên độ ASK (Amplitude Shift Keying)

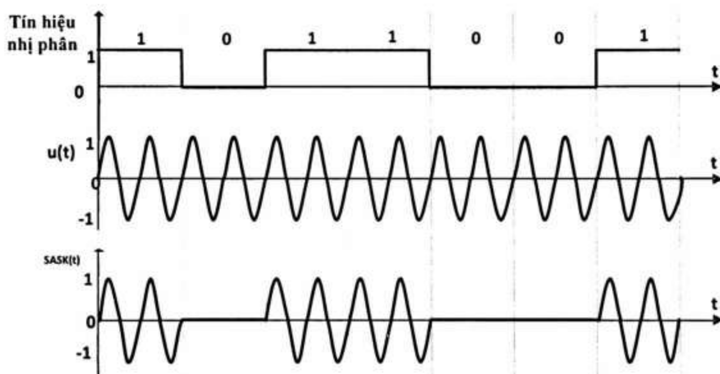
Đầu ra của ASK khi truyền một chuỗi bit nhị phân được thể hiện như sau:

- Bit nhị phân 1 được thay thế cho một số sóng mang trong một khoảng thời gian xen giữa cụ thể.
- Bit nhị phân 0 được thay thế cho một khoảng trống.

Như vậy với một sóng mang dạng sin, biên độ A, tần số f ta có:

$$s(t) = \begin{cases} A\sin(2\pi ft), & \text{với bit nhị phân 1} \\ 0 & \text{với bit nhị phân 0} \end{cases} \qquad (4\text{-}11)$$

Kết quả của điều chế ASK được biểu diễn trên hình 4-7.



Hình 4-7. Điều chế số ASK

4.3.2. Điều chế khóa dịch tần FSK (Frequency Shift Keying)

Đầu ra của FSK khi truyền một chuỗi bit nhị phân được thể hiện như sau:

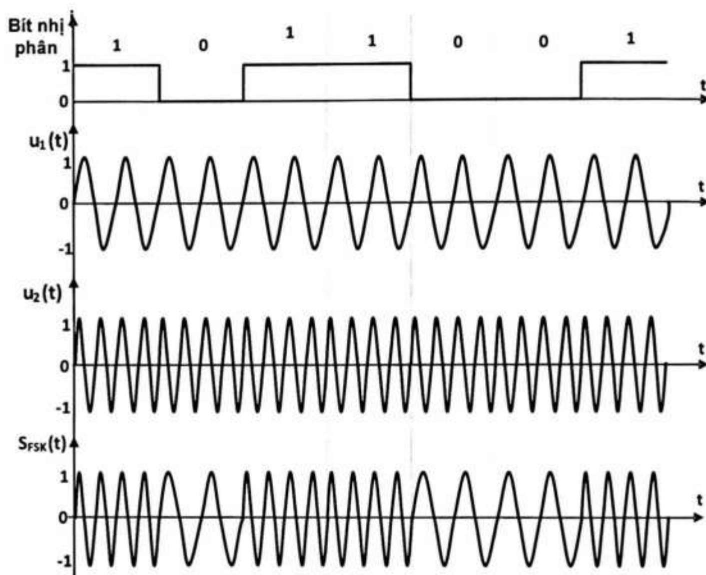
- Bit nhị phân 1 được dùng để thay thế cho tần số sóng mang f + Δf.
- Bit nhị phân 0 được thay thế cho tần số sóng mang f − Δf.

Như vậy với một sóng mang dạng sin, biên độ A, tần số f ta có:

$$s(t) = \begin{cases} A\sin(2\pi(f + \Delta f)t), & \text{với bit nhị phân 1} \\ A\sin(2\pi(f - \Delta f)t), & \text{với bit nhị phân 0} \end{cases} \qquad (4\text{-}12)$$

- Khoảng cách tần số $2\Delta f$ là độ lệch tần giữa bit 0 và bit 1 và đôi khi gọi là khoảng cách TONE.

Kết quả của điều chế FSK được biểu diễn trên hình 4-8.



Hình 4.8. Kết quả điều chế FSK

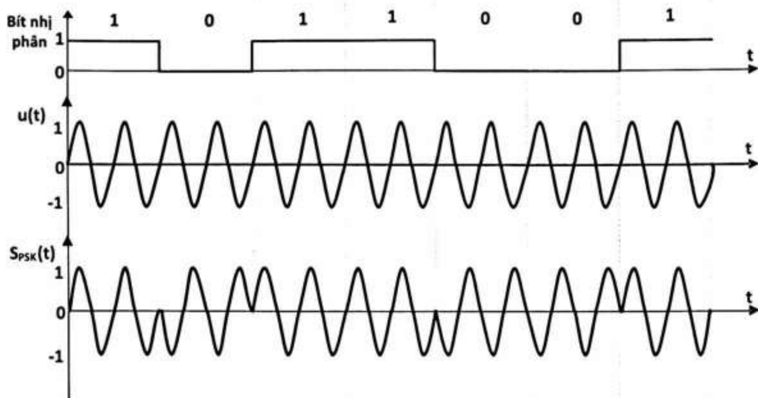
4.3.3. Điều chế khóa dịch pha PSK (Phase Shift Keying)

Đầu ra của PSK khi truyền một chuỗi bit nhị phân được thể hiện như sau: f là tần số sóng mang.

- Bit nhị phân 1 được dùng để thay thế cho tần số sóng mang trong một khoảng thời gian xen giữa cụ thể.
- Bit nhị phân 0 được thay thế cho một tín hiệu sóng mang có độ lệch pha π (rad) cho một khoảng trống.

Như vậy với một sóng mang dạng sin, biên độ A, tần số f ta có:

$$s(t) = \begin{cases} A\sin(2\pi ft), & \text{với bit nhị phân 1} \\ A\sin(2\pi ft + \pi), & \text{với bit nhị phân 0} \end{cases} \qquad (4\text{-}13)$$



Hình 4-9. Kết quả điều chế PSK

Chương 5

CÁC PHẦN TỬ CƠ BẢN TRONG HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA

5.1. Kênh liên lạc

5.1.1. Định nghĩa và đặc tính của kênh liên lạc

Định nghĩa

Kênh liên lạc là phần nối giữa bộ phát, thu của hệ truyền tin, hay có thể nói kênh liên lạc là tập hợp các thiết bị kỹ thuật đảm bảo truyền độc lập các thông tin. Nó bao gồm thiết bị phát, đường dây truyền dẫn, thiết bị thu.

Đường dây truyền dẫn có thể là dây điện, vô tuyến điện, siêu âm, quang học.

Yêu cầu cơ bản đối với kênh liên lạc là làm việc tin cậy, nhiễu không vượt quá giá trị cho phép và có băng thông lớn.

Các đặc tính của kênh liên lạc

- *Dung lượng kênh truyền*

$$V_K = V_K T_K H_K \tag{5-1}$$

T_K: thời gian mà trong khoảng đó có tín hiệu truyền đi;

F_K: khoảng tần số mà kênh có;

H_K: đặc tính chỉ rõ sự tăng công suất tín hiệu P_{th} so với công suất nhiễu P_{nh}.

- *Tốc độ truyền thông tin:* là lượng thông tin truyền đi trong một đơn vị thời gian:

$$U = \frac{I}{T}$$

Với I: lượng thông tin;

T: khoảng thời gian truyền.

Khả năng truyền của kênh là $C = U_{max}$

Để truyền tín hiệu được bảo đảm ta phải có các điều kiện sau:

$$T_K \geq T_{Th};\ F_k \geq F_{Th};\ H_K \geq H_{Th};\ U_{max} \geq U_{th};\ C_{max} > C_{th}$$

5.1.2. Dây liên lạc

Dây liên lạc để truyền thông tin, có nhiều loại dây liên lạc như dây hữu tuyến, dây vô tuyến, cáp quang.

Đường dây hữu tuyến

Dây hữu tuyến có thể là dây trên không hoặc dây cáp. Thực chất của đường dây hữu tuyến là mạch điện có thông số rải với các thông số R, L, C, G. Dây trên không thường dễ chịu ảnh hưởng của các điều kiện khí quyển. Dây cáp có độ chống nhiễu cao hơn, độ tin cậy cao hơn.

Thông số cơ bản của dây dẫn là: điện trở R, điện cảm L, điện dung C, điện dẫn G, tổng trở sóng Z.

Công thức tính các thông số đó là:

- *Điện trở:* $R_t = R_0(1+\alpha t^o)$

Trong đó: R_0: điện trở ở 0^oC;

α: hệ số nhiệt điện trở.

$$\alpha_{Cu} = 0,0039\left[{}^oC^{-1}\right]$$

$$\alpha_{thép} = 0,0046\left[{}^oC^{-1}\right]$$

Điện trở ngoài phụ thuộc vào nhiệt độ còn phụ thuộc vào tần số do hiệu ứng mặt ngoài.

- *Điện cảm:*

Điện cảm của dây hai sợi được xác định là: $L = (4.\ln\frac{a}{r} + K.\mu).10^{-4}$

Trong đó: a: khoảng cách hai sợi (cm);

r: bán kính sợi (cm);

μ: độ từ thẩm tương đối;

$\mu_{Cu} = 1; \mu_{thép} = 140;$

K: hệ số kể đến ảnh hưởng của hiệu ứng mặt ngoài.

- *Điện dung*

Điện dung của hai sợi: $C = \dfrac{\varepsilon.10^{-6}}{36.\ln\dfrac{a}{r}}$

Điện dung của dây một sợi: $C = \dfrac{\varepsilon.10^{-6}}{18.\ln\dfrac{2h}{r}}$

Trong đó: ε : hằng số điện môi(với không khí : $\varepsilon_{K^2} = 1$);

h: khoảng cách từ mặt đất đến dây;

a: khoảng cách hai sợi;

r: bán kính sợi.

- *Tổng trở sóng của mạch:* $Z_s = \sqrt{\dfrac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$

Với G: điện dẫn

Khi truyền với tần số $f \geq 10$ kHz, nếu $R \ll L\omega$ và $G \ll \omega C$ thì ta có:

$$Z_s = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Thông thường dây đồng: $Z_s = 600 \div 900\ \Omega$

Khi truyền năng lượng trên đường dây người ta cần chú ý đến tổng trở sóng Z_s. Vì khi thỏa mãn điều kiện:

$$Z_s = Z_{tải}$$

$$Z_{vào} = \frac{U_{vào}}{I_{vào}} = Z_s$$

thì đường dây truyền năng lượng đạt cao nhất cho ta hiệu suất truyền cao nhất, nếu không sẽ có hiện tượng phản xạ sóng: sóng ở cuối đường dây sẽ tiếp tục đi đến đầu đường dây và sinh ra nhiễu.

Một thông số quan trọng của đường dây là hệ số lan truyền γ

$$\gamma = \alpha + j\Psi = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

Trong đó: α: hệ số suy giảm;

ψ : hệ số dịch pha của áp và dòng;

γ : đặc trưng cho điều kiện lan truyền năng lượng điện từ trên đường dây.

α cho 1 km đường dây được xác định theo biểu thức:

$$\alpha = \ln\frac{v_1}{v_2} = \ln\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2}\ln\frac{P_1}{P_2}$$

Đơn vị của α là nepe (N_P).

Nếu một đường dây có $\alpha = 1 N_P$ thì có nghĩa là ở cuối đường dây điện áp và dòng giảm đi e = 2,718 lần và công suất giảm đi $e^2 = 7,39$ lần.

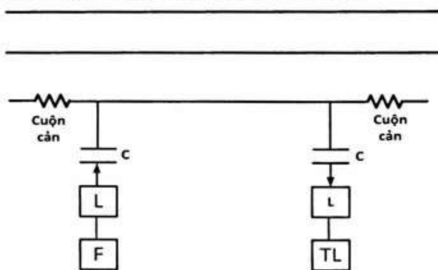
α cũng được tính theo đêxiben (dB):

$$\alpha = 10\log\frac{P_1}{P_2} = 20\log\frac{I_1}{I_2} = 20\log\frac{v_1}{v_2}[\text{dB}]$$

Kênh liên lạc bằng dây dẫn có α lớn nên làm cho băng thông hẹp.

Đối với cáp: Cáp có dải thông lớn hơn do α nhỏ hơn. Với cáp đối xứng có dải thông $12 \div 550$ kHz. Đối với cáp đồng trục dải thông đến 8850 kHz. Để khắc phục hiện tượng suy giảm thì trên đường dây truyền, cứ cách 250 km người ta đặt một trạm khuếch đại tín hiệu nhằm khôi phục nâng tín hiệu lên gần giá trị ban đầu.

Khi truyền xa ta có thể sử dụng đường dây tải điện để truyền tín hiệu đo.



Hình 5-1. Truyền thông qua đường dây điện lực

Tín hiệu được điều chế số xoay chiều tần số $50 \div 100$ kHz. Từ máy phát qua bộ lọc, qua tụ C. Tụ C có trị số nhỏ đối với tín hiệu có tần số cao nên tín hiệu cao tần qua dễ dàng, còn với tín hiệu tần số thấp (điện công nghiệp: 50Hz) thì trở kháng của tụ C là rất lớn nên máy phát tín hiệu coi như cắt khỏi lưới xoay chiều. Để tín hiệu không đi vào lưới ta dùng bộ cản nhiễu. Đối với tần số 50 Hz thì nó có trở kháng nhỏ nhưng với tần số cao thì có trở kháng lớn. Ở phần thu cũng tương tự.

Đường dây tải điện có ưu điểm là độ tin cậy cao nhưng có nhược điểm là nhiễu lớn (thường do đóng cắt mạch điện, phóng điện, khí hậu...).

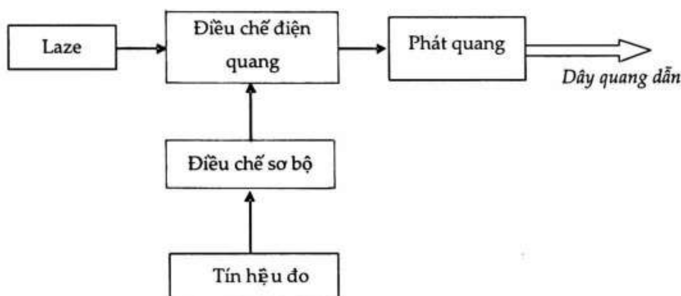
Đường dây vô tuyến

Đường dây vô tuyến thường dùng khi không có khả năng dùng hữu tuyến như tên lửa, tàu vũ trụ...; các máy móc mà con người khó có thể điều khiển được như: lò hồ quang, lò quay,...

Tần số tín hiệu có thể đến vài megahec. Thường chất lượng thu phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố thiên nhiên, vào thời gian trong năm, hoặc ngày đêm nhất là ở sóng dài và sóng ngắn. Với sóng cực ngắn thì độ tin cậy cao hơn (λ = 10 m).

Đường dây cáp quang

Dây cáp quang là sợi thuỷ tinh dẫn ánh sáng, nguồn ánh sáng thường là tia laze.



Hình 5-2. Truyền thông qua dây cáp quang

Nguồn thông tin đo sau khi đo được điều chế sơ bộ và đưa vào bộ điều chế điện quang. Nguồn sáng laze sau khi được điều chế sẽ mang tín hiệu đo. Sau đó truyền qua cáp quang đến phía thu qua dải điều chế và tái hiện tín hiệu đo.

- Ưu điểm: Truyền cáp quang ít bị ảnh hưởng của nhiễu, độ suy giảm tín hiệu nhỏ, độ an toàn khi truyền cao (bí mật).
- Nhược điểm: Việc nối cáp phức tạp và khó.

5.2. Bộ đổi nối

5.2.1. Khái niệm về bộ đổi nối

Bộ đổi nối là thiết bị làm nhiệm vụ gộp nhiều kênh tín hiệu (analog hoặc digital từ các cảm biến hoặc từ các chuyển đổi chuẩn hóa (CĐCH...)) thành một kênh tín hiệu và ngược lại tách một kênh tín hiệu thành nhiều kênh tín hiệu.

- Thiết bị làm nhiệm vụ gộp nhiều kênh tín hiệu thành một kênh tín hiệu được gọi là bộ dồn kênh (multiplexor: MUX; M).
- Thiết bị làm nhiệm vụ ngược lại biến một kênh tín hiệu thành nhiều kênh tín hiệu thì gọi là bộ phân kênh (demultiplexor: DMUX; DM).

Bộ dồn kênh và bộ phân kênh có nguyên tắc giống nhau, chỉ khác nhau chiều tín hiệu truyền đi, do vậy ở đây ta chỉ tìm hiểu về bộ dồn kênh, còn bộ phân kênh tương tự, như vậy ta sẽ gọi chung là bộ đổi nối.

5.2.2. Phân loại

Có thể phân loại bộ đổi nối thành đổi nối tiếp xúc và không tiếp xúc.

Bộ đổi nối tiếp xúc: Bộ đổi nối tiếp xúc thực chất là các công tắc cơ khí, có thể điều khiển bằng tay hoặc tự động.

- *Ưu điểm:* Tại chế độ tiếp xúc thì $R_{thuận} = 0$, tại chế độ hở mạch thì $R_{ngược} = \infty$.
- *Nhược điểm:* Độ tác động nhanh không cao (5 ÷15 ms một lần đổi nối), vì thế tần số đổi nối không quá 100 Hz.

Bộ đổi nối không tiếp xúc: phần lớn là các bộ đổi nối điện tử

- *Ưu điểm:* Độ tác động nhanh nên tần số có thể đạt được hàng chục mega hec.
- *Nhược điểm:* $R_{thuận} \neq 0$ (80 ÷ 100 Ω), $R_{ngược} < \infty$ (cỡ vài trăm kilô ôm).

Các bộ đổi nối không tiếp xúc thường được chế tạo thành các bộ đổi nối quy chuẩn. Ví dụ bộ đổi nối CD4051B của hãng Texas Instrument có 3 chân địa chỉ.

5.2.3. Các phương pháp đổi nối (Multiplexing)

- *Phương pháp đổi nối phân chia thời gian (Time Division Multiplexing - TDM)*

  Trong phương pháp này mỗi một kênh tín hiệu sẽ được truyền đi trong một khe thời gian (time slot) nhất định nào đó. Phương pháp đổi nối này thường dùng trong hệ thống đo lường và điều khiển các quá trình sản xuất công nghiệp.

- *Phương pháp đổi nối phân chia tần số (Frequency Division Multiplexing - FDM)*

  Trong phương pháp này mỗi một kênh tín hiệu được ấn định với một tần số khác nhau. Phương pháp này thường dùng trong phát thanh, truyền hình,...

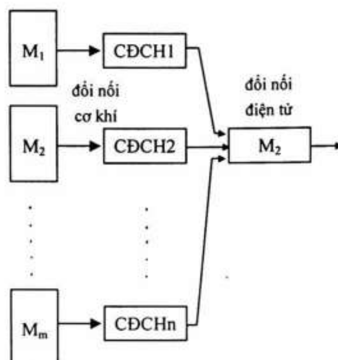
- *Phương pháp đổi nối phân chia bước sóng (Wavelength Division Multiplexing - WDM).*

  Mỗi một kênh tín hiệu được ấn định với một bước sóng cụ thể khác nhau; thường sử dụng khi dùng trong hệ thống có sử dụng cáp quang.

Sai số của bộ đổi nối phụ thuộc vào số lượng các kênh và sẽ tăng khi số lượng tăng. Do đó để giảm sai số người ta sử dụng phương pháp chế tạo bộ đổi nối theo nhóm.

Để tăng độ tác động nhanh người ta sử dụng bộ đổi nối tầng

- *Tầng 1:* Sử dụng bộ đổi nối cơ khí vì ở đây tín hiệu từ sensor nhỏ.
- *Tầng 2:* Sử dụng bộ đổi nối điện tử có độ tác động nhanh nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác vì tín hiệu đã được chuẩn hoá qua các bộ CĐCH nên đã đủ mạnh.

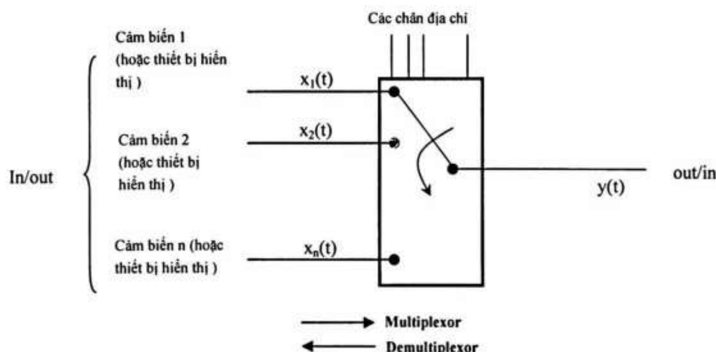


Hình 5-3. Bộ đổi nối nhóm

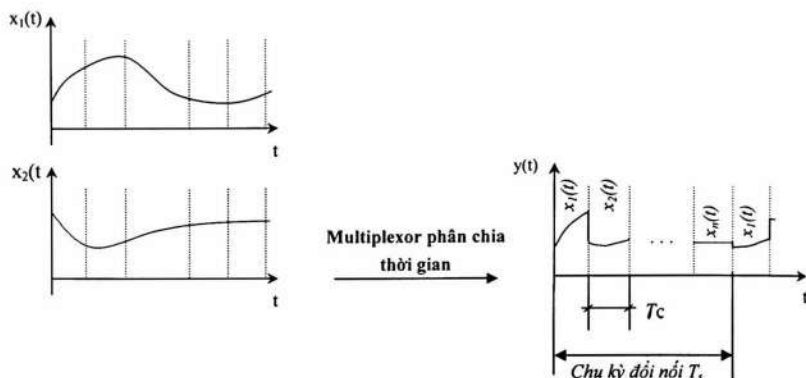
5.2.4. Chế độ làm việc của bộ đổi nối phân chia thời gian

Các bộ đổi nối có thể làm việc theo chế độ chu kỳ hay chế độ địa chỉ. Trong chế độ chu kỳ thì tất cả các sensor và kênh sẽ lần lượt được đặt vào dây liên lạc hay hệ thống sau đó sẽ quay trở lại với chu kỳ T_s. Còn chế độ địa chỉ thì bộ đổi nối làm việc theo một chương trình. Chế độ địa chỉ có thể nhặt ra bất kì một tín hiệu nào.

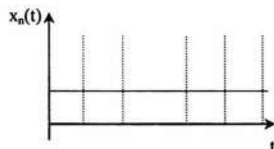
Chế độ chu trình



Hình 5-4. Bộ đổi nối phân chia theo thời gian

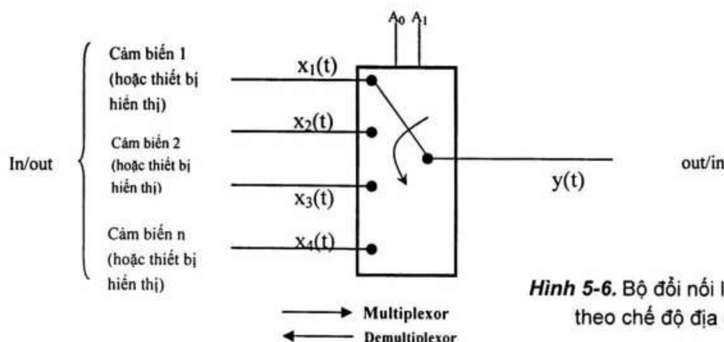


Hình 5-5. Biểu đồ thời gian khi Mux làm việc ở chế độ chu trình



Chế độ địa chỉ

Tín hiệu đưa đến chân địa chỉ là một từ mã dưới dạng số nhị phân, giá trị của các chân địa chỉ tương ứng với thứ tự của đầu vào thì tín hiệu đó tương ứng được nối đến đầu ra. Ví dụ như bộ dồn kênh có hai chân địa chỉ thì có tương ứng 4 chân đầu vào.



Hình 5-6. Bộ đổi nối làm việc theo chế độ địa chỉ

5.2.5. Cấu tạo các bộ đổi nối

Các bộ đổi nối tiếp xúc

Các bộ đổi nối tiếp xúc thông dụng nhất là các bộ đổi nối từ điện. Đó là một loạt các rơle tiếp điểm đặt cố định theo một vòng tròn. Việc điều khiển nó được thực hiện bằng nam châm điện. Số lượng tiếp điểm tối đa là 50. Nếu là loại điều khiển bằng tay thì là một loạt công tắc đơn giản.

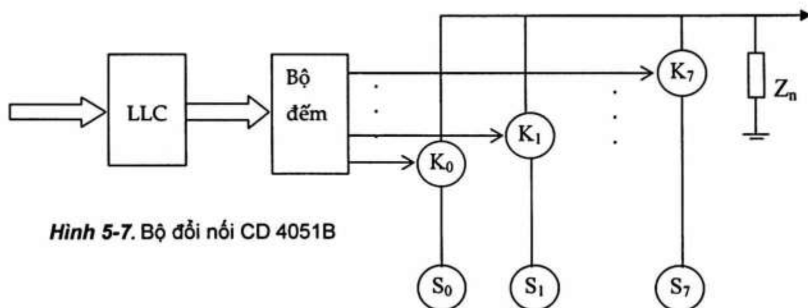
Các bộ đổi nối không tiếp xúc

Đổi nối không tiếp xúc là các bộ đổi nối điện tử. Thường người ta chế tạo thành các bộ đổi nối quy chuẩn.

Ví dụ 5-1

Bộ đổi nối CD 4051B là một bộ đổi nối 8 bit có sơ đồ nguyên lý như hình 5-7.

Tín hiệu từ bộ điều khiển (là tín hiệu logic) đến điều khiển bộ biến đổi mức logic (LLC - Logic Level Conversion) để điều khiển bộ đếm, bộ đếm lần lượt đưa tín hiệu ra để đóng mở 8 khoá điện tử $K_0 \div K_7$ đưa tín hiệu từ 8 kênh (sensor) vào hệ thống.

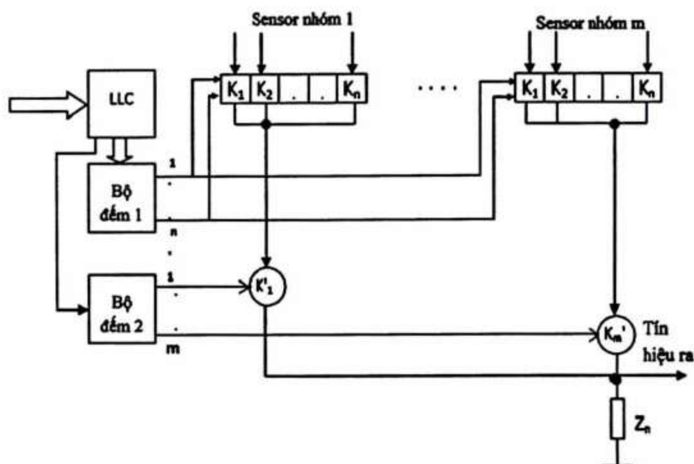


Hình 5-7. Bộ đổi nối CD 4051B

Ví dụ 5-2

Sơ đồ nguyên lý bộ đổi nối theo nhóm (để tăng số kênh), hình 5-8.

Bộ đếm 1 lần lượt đếm từ 1 đến n, khi đó bộ đếm 2 nhảy một số, bộ đếm 2 sẽ đếm từ 1 đến m. Các bộ đếm được điều khiển từ LLC. Giả sử ban đầu bộ đếm 2 đang ở vị trí 1 thì K'_1 đóng. Z_n thông với các khóa của nhóm 1. Bộ đếm 1 lần lượt đưa xung từ 1 đến n để mở các khóa $K_1 \div K_n$ (quét từ sensor 1 đến sensor n của nhóm 1). Khi đã được n phần tử thì bộ đếm 2 nhảy số sang vị trí 2 thì K'_2 đóng, nối mạch cho cả nhóm 2. Quá trình cứ tiếp tục hết m nhóm ứng với bộ đếm 2 từ 1 đến m. Quá trình lặp lại từ đầu.



Hình 5-8. Bộ đổi nối nhóm

5.3. Chuyển đổi chuẩn hóa

5.3.1. Khái niệm và yêu cầu đối với chuyển đổi chuẩn hoá (CĐCH)

Khái niệm về CĐCH

Các hệ thống đo hiện đại cùng một lúc phục vụ một số lượng lớn các sensor mắc vào một đầu vào. Các sensor có thể khác nhau về nguyên lý, hoặc nếu cùng một loại thì cũng khác nhau về giới hạn đo. Để hoà hợp giữa sensor và hệ thống đo cần phải chuẩn hoá tín hiệu ra của các sensor, tức là biến đổi chúng thành một đại lượng vật lý duy nhất và một thang đo duy nhất. Thiết bị thực hiện nhiệm vụ này gọi là bộ chuyển đổi chuẩn hóa (CĐCH) (Transducer: TR).

Các tín hiệu chuẩn hoá

Có nhiều dạng tín hiệu chuẩn hóa, tuy nhiên phổ biến nhất hiện nay là tín hiệu dòng và áp một chiều:

- Dòng một chiều: 0 ÷ 20 mA khi truyền ở khoảng cách ngắn, 4 ÷ 20 mA khi phải truyền xa hơn.

Ngoài ra còn có các chuẩn phụ: 0 ÷ 10 mA ; − 5 ÷ 0 ÷ 5 mA; − 20 ÷ 0 ÷ 20 m.

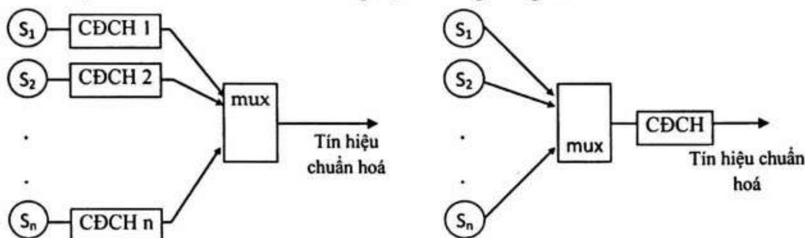
- Điện áp một chiều: 0 ÷ 5 V là chuẩn thông thường khi đưa tới vi xử lý, 0 ÷ 10 V là chuẩn để đưa vào các thiết bị đo, tự ghi.

Ngoài ra còn có các chuẩn phụ: -100 ÷ 0 ÷ 100 V; -1 ÷ 0 ÷ 1 V; -10 ÷ 0 ÷ 10V.

Vị trí đặt CĐCH

Giữa các sensor và hệ thống nhất thiết phải có CĐCH sao cho bất kỳ khoảng đo nào của các đại lượng vào thì cũng tương ứng với một giới hạn đo của CĐCH.

Các CĐCH có thể phục vụ riêng cho từng sensor hoặc cho cả nhóm các sensor qua các bộ đổi nối nếu nhóm sensor cùng loại và cùng thang đo.

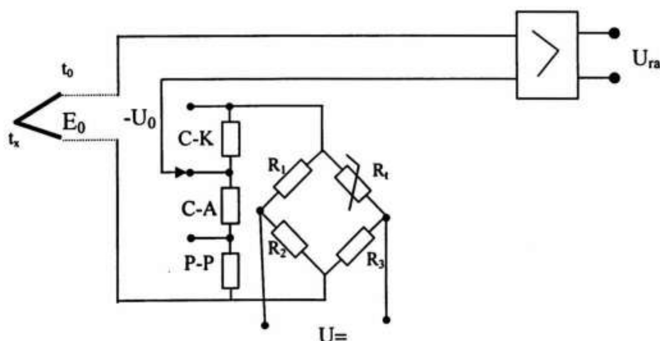


Hình 5-9. Vị trí đặt CĐCH

Các sensor khác chủng loại và khác thang đo thì mỗi sensor phải có một CĐCH.

5.3.2. Nhiệm vụ và cấu tạo của các chuyển đổi chuẩn hoá

Nhiệm vụ của CĐCH



Hình 5-10. Vị trí đặt CĐCH

Chuyển đổi chuẩn hóa làm nhiệm vụ biến tín hiệu sau sensor thành tín hiệu dòng hoặc áp chuẩn hóa.

- Nếu đặc tính của sensor là tuyến tính thì CĐCH làm nhiệm vụ biến đổi tỷ lệ.

Xét một CĐCH như hình 5-10. Giả sử tín hiệu vào x(t) biến thiên từ X_1 đến X_2; bắt buộc tín hiệu ở đầu ra y(t) phải biến thiên từ 0 đến Y (ví dụ áp đầu ra biến thiên từ 0 ÷ 5 V). Phương trình đầu ra sẽ là:

$$y(t) = y_0 + kx(t) \tag{5-2}$$

Ta cần xác định y_0 và k. Thay các giá trị x(t) vào phương trình (5.2) ta có:

$$\begin{cases} 0 = y_0 + kX_1 \\ Y = y_0 + kX_2 \end{cases} \tag{5-3}$$

Giải hệ phương trình (5.3) ta được kết quả: $y_0 = -Y\dfrac{X_1}{X_2 - X_1}; k = Y\dfrac{1}{X_2 - X_1}$

Thay các giá trị trên vào phương trình (5-2) ta tìm được quan hệ vào/ra của CĐCH.

- Nếu đặc tính của sensor là phi tuyến thì CĐCH phải thực hiện nhiệm vụ tuyến tính hoá đặc tính của sensor.

Cấu tạo của CĐCH

Các CĐCH thường có tín hiệu ra là điện áp hoặc dòng một chiều và thường phải thực hiện theo hai bước:

Bước 1: CĐCH làm nhiệm vụ trừ đi giá trị ban đầu $x = X_1$ để có đầu ra $y = 0$.

Bước 2: Khuếch đại hoặc suy giảm.

- Chuyển đổi chuẩn hoá với đầu ra là điện áp một chiều.

Thông thường một CĐCH bao giờ cũng đi liền với sensor, ta lấy một ví dụ: Với sensor là cặp nhiệt ngẫu thì ban đầu ứng với nhiệt độ đầu nối chung là T_1 đã có sức điện động ban đầu: $E_0 = f(T_1 - t_0)$; trong đó t_0 là nhiệt độ của đầu tự do.

Như vậy, người ta thiết kế một mạch cầu đo có một nhánh là nhiệt điện trở R_t, còn các nhánh khác là các điện trở mẫu có độ ổn định cao.

Mạch cầu sẽ tạo ra một điện áp ngược $-U_0$ để bù E_0.

Như vậy ở nhiệt độ T_1, đầu vào của bộ khuếch đại có:

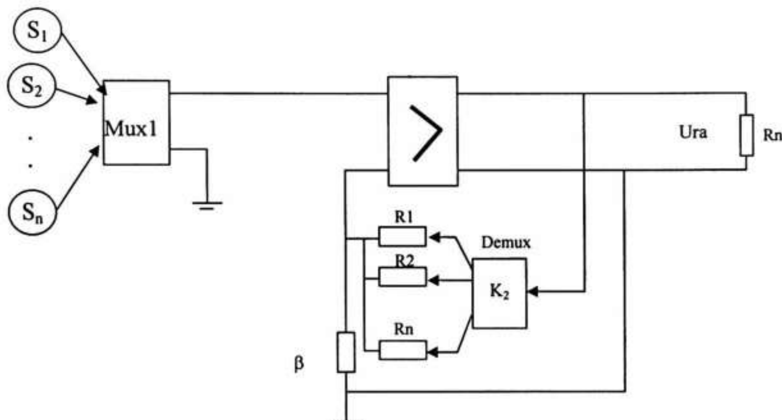
$$\Delta U = E_0 - U_0 = 0 \text{ và } U_{ra} = 0.$$

Khi: $t_x = T_{2(max)}$ thì $U_{ra} = Y = U_{max}$.

Điện áp ra của cầu được tính toán tương ứng với các loại cặp nhiệt ngẫu khác nhau (P - P; C - A; C - K).

Nếu CĐCH phụ trách cả một nhóm sensor thì hệ số của CĐCH phải được thay đổi cho từng sensor như hình 5-11.

Việc thay đổi hệ số của CĐCH được thực hiện nhờ hệ số phản hồi β qua bộ đổi nối K_2 làm việc đồng bộ với bộ đổi nối Mux 1.



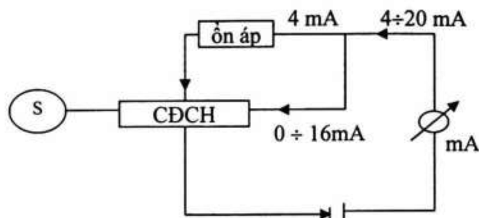
Hình 5-11. CĐCH tự động thay đổi hệ số khuếch đại

- Chuyển đổi chuẩn hoá với tín hiệu ra là dòng một chiều

Trong thực tế để truyền tín hiệu đi xa người ta thường sử dụng nguồn dòng, vì điện trở trong của nguồn dòng rất lớn nên khi truyền tín hiệu dòng trên đường dây thì khi điện trở đường dây thay đổi cũng không gây ảnh hưởng đáng kể đến kết quả của phép đo. Thực tế người ta hay sử dụng CĐCH với dòng là 4 ÷ 20 mA. Trong đó 4 mA là để cung cấp cho mạch điện tử, còn 0 ÷ 16 mA là tín hiệu (Đây là tín hiệu chuẩn nguồn dòng hay sử dụng nhất, tuy nhiên người ta có thể sử dụng một vài chuẩn khác).

Người ta sử dụng sự thay đổi của dòng nguồn cung cấp. Ngày nay người ta thường sử dụng nguồn dòng với sơ đồ dòng nguồn cung cấp cũng là dòng tín hiệu và gọi là sơ đồ hai dây (Trước đây thường sử dụng sơ đồ bốn dây trong đó có hai dây nguồn và hai dây tín hiệu).

Sơ đồ khối của sơ đồ hai dây như hình 5-12.



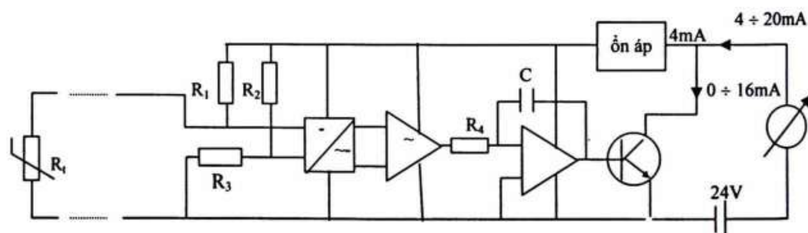
Hình 5-12. CĐCH với tín hiệu ra là dòng một chiều, sơ đồ hai dây

Theo độ lớn của tín hiệu từ sensor, qua bộ CĐCH tín hiệu ở đầu ra cũng sẽ thay đổi (0 ÷16 mA). Một nhánh qua ổn áp cung cấp dòng 4 mA cho mạch điện tử. Như vậy dòng tổng sẽ thay đổi từ 4 ÷20 mA.

Ví dụ 5-3

Sơ đồ nguyên lý của một mạch lấy tín hiệu nhiệt độ bằng nhiệt lò cao điện trở tại Nhà máy Ximăng Hoàng Thạch như sau (sơ đồ hình 5-13).

Sensor là một nhiệt điện trở được mắc vào cầu bốn nhánh. Tại đầu ra của cầu được đưa vào bộ biến đổi một chiều, xoay chiều sau đó tới bộ khuếch đại xoay chiều "để tránh trôi điểm không", tiếp theo qua khuếch đại tích phân để lại đưa về một chiều và điều khiển góc mở của tranzitor (biến nguồn áp thành nguồn dòng 0 ÷ 16 mA). Đồng thời một dòng điện 4 mA được đưa vào ổn áp sau đó cung cấp cho cầu và các mạch điện tử. Nguồn cung cấp là 24 V.



Hình 5-13. Sơ đồ CĐCH loại TECON-2

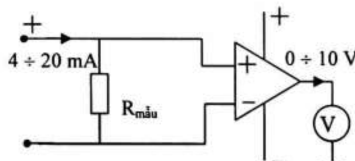
Ưu điểm: Sơ đồ hai dây có những ưu điểm sau:

- Sử dụng nguồn dòng cho nên có thể truyền đi xa chính xác hơn.

- Sử dụng ít đường dây nên kinh tế.

- Đường tín hiệu đồng thời là nguồn dòng nên độ tin cậy cao hơn vì khi mất nguồn là mất tín hiệu, điều này dễ phát hiện.

Chú ý: Người ta có thể biến dòng thành áp: 0 ÷ 10 V hoặc 0 ÷ 5 V bằng cách cho dòng qua một điện trở mẫu. Sau đó lấy áp trên điện trở mẫu cho qua khuếch đại sẽ có điện áp ra cần thiết.



Hình 5-14. Sơ đồ biến dòng thành áp

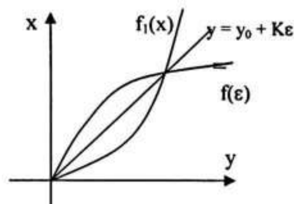
5.3.3. Tuyến tính hoá trong chuyển đổi chuẩn hoá

- Để tuyến tính hoá (TTH) đặc tính của CĐCH người ta thường dùng các đặc tính ngược, làm sao đảm bảo đầu ra là tuyến tính

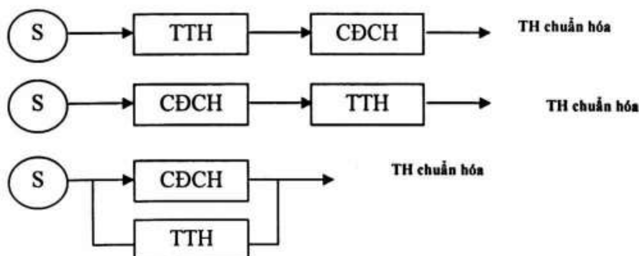
- Giả sử đặc tính của sensor là $x = f(\varepsilon)$, ta sẽ tạo ra một hàm $f_1(x)$ là hàm ngược của $f(\varepsilon)$. Kết quả là ở đầu ra ta nhận được một hàm tuyến tính:

$$y = y_0 + K\varepsilon$$

Người ta sử dụng thiết bị tuyến tính để giảm đặc tính phi tuyến của sensor.



Hình 5-15. Tuyến tính hóa trong CĐCH



Hình 5-16. Sơ đồ mắc bộ TTH với CĐCH

Chú ý: Có thể mắc các bộ tuyến tính hoá ở trước hoặc sau hoặc song song các bộ CĐCH .

Ta xét một ví dụ về sơ đồ có thực hiện tuyến tính hoá theo kiểu song song như hình 5-16.

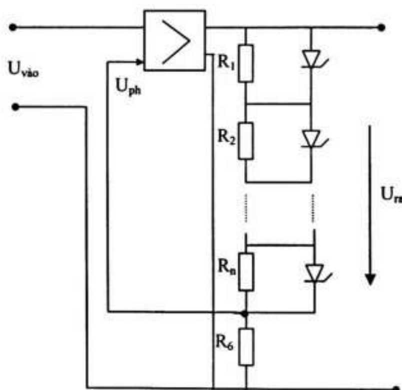
Do mạch nối song song các điện trở với điôt ổn áp và $R_1 > R_2 > \ldots > R_5$, dòng điện được tính như sau:

$$I_6 = \frac{U_{ra}}{R_1 + R_2 + \ldots + R_6}$$

Điện áp phản hồi được lấy trên R_6 sẽ có dạng hàm ngược với $U_{Vào}$

$$U_{ph} = I_6 R_6$$

Khi U_{ra} tăng làm cho điện áp rơi trên $R_1 \div R_5$ tăng đến ngưỡng của điôt ổn áp thì làm cho điôt ổn áp thông nên ngắn mạch điện trở đó, dòng I_6 tăng nhanh làm cho U_{ph} tăng nhanh (có dạng hàm ngược của $U_{vào}$ như hình 5-17, như vậy điện áp ra sẽ tăng tuyến tính, quá trình cứ tiếp tục cho đến hết các điện trở.



Hình 5-17. Ví dụ về tuyến tính hóa trong CĐCH

Chú ý: Trong trường hợp sử dụng μP và các sensor thông minh thì việc tuyến tính hóa có thể trở nên không cần thiết. Ta có thể ghi số liệu của sensor vào bộ nhớ, do đó khi thực hiện giá trị tương ứng với giá trị nào của sensor ta có thể đưa ra giá trị tương ứng của CĐCH.

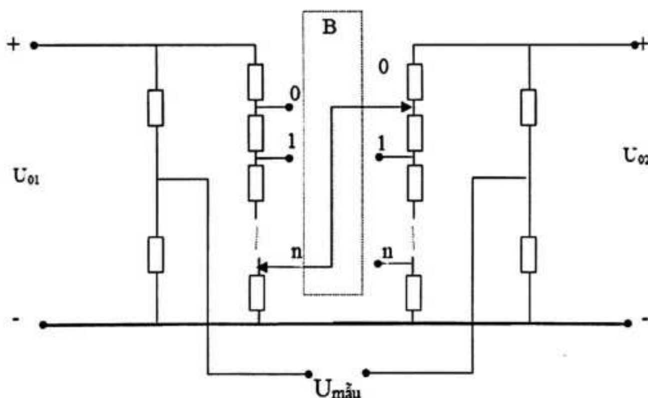
5.4. Bộ tạo mẫu - Cách thể hiện thông tin

5.4.1. Bộ tạo mẫu

Trong nhiều hệ thống yêu cầu phải có nguồn mẫu. Nguồn mẫu thường được tạo ra từ nguồn một chiều ổn áp có độ chính xác cao. Đến nay người ta đã chế tạo được:

- Pin mẫu: $E = 1.0185 \pm 0.0005\,V$
- Bộ nguồn một chiều DC742A: $U = 30\,V$, dòng tối đa 3 mA; độ ổn định 0,3 phần triệu/tháng
- Bộ nguồn AC: $U = 2\,V \div 1000\,V$, độ ổn định 1 phần triệu/năm
- Tần số $f = 10\,Hz \div 1\,MHz$

Để lấy được các điện áp mẫu khác nhau có thể sử dụng sơ đồ cầu như hình 5-18: dùng hai bộ nguồn mẫu U_{01} và U_{02}. Điện áp mẫu lấy ra $U_{mẫu} = U_1 + U_2$ trong đó U_1 và U_2 là điện áp lấy trên đường chéo của cầu 1 và cầu 2. Khi cần điện áp khác nhau người ta sử dụng chuyển mạch B.



Hình 5-18. Bộ tạo mẫu

5.4.2. Cách thể hiện thông tin

Có nhiều cách thể hiện thông tin như:

- Dưới dạng số chỉ của một dụng cụ đo tương tự;

- Dưới dạng một loại dụng cụ đo chỉ thị số;
- Dưới dạng đường cong sử dụng đồng hồ tự ghi;
- Dưới dạng bảng số in ra nhờ máy in;
- Dưới dạng các tín hiệu báo động.

Trong thực tế người ta hay dùng tự ghi, số và báo hiệu, tất nhiên nó phụ thuộc vào số kênh, việc sử dụng thông tin nhận được để làm gì cũng như các yêu cầu kỹ thuật khác nhau.

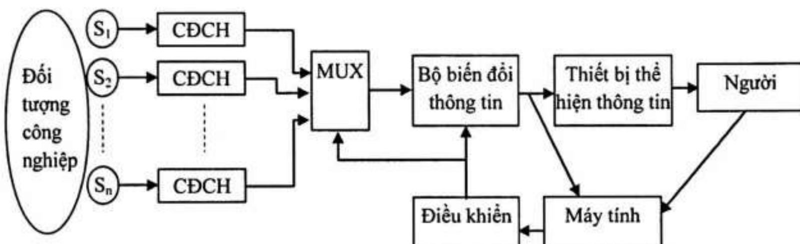
Chương 6

GIỚI THIỆU MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA

6.1. Hệ thống tác động nối tiếp

Định nghĩa: Hệ thống nối tiếp là hệ thống với bộ đổi nối phân kênh theo thời gian, đó là hệ thống mà tín hiệu được lần lượt đưa vào kênh liên lạc.

Sơ đồ cấu trúc của hệ thống



Hình 6-1. Hệ thống tác động nối tiếp

Hệ thống này thường được sử dụng trong các xí nghiệp vừa và nhỏ; trong chế tạo máy; trong hóa chất và luyện kim…

Tín hiệu đo từ đối tượng công nghiệp qua sensor được đưa tới bộ CĐCH; tín hiệu đã được chuẩn hóa được đưa đến bộ đổi nối Mux để vào hệ thống dưới dạng nối tiếp; mỗi tín hiệu sẽ chiếm khoảng thời gian T_C như hình 6-1. Trường hợp sensor cùng loại, có cùng khoảng đo ở mọi kênh thì chỉ cần một CĐCH cho cả hệ thống và đặt sau MUX.

Qua bộ đổi nối mọi tín hiệu sẽ được lần lượt đưa vào bộ biến đổi thông tin, sau đó đến bộ thể hiện thông tin và máy tính. Tất cả sẽ được điều khiển bởi bộ điều khiển. Lệnh điều khiển có thể từ người hay tự động. Bộ thể hiện thông tin bao gồm biến đổi A/D ra chỉ thị số; bộ ghi tín hiệu analog qua dụng cụ tự ghi hay máy in.

Trường hợp nếu giới hạn đo và các đại lượng đo khác nhau thì bộ biến đổi của phần đo lường được hiệu chỉnh sao cho giá trị số của các độ nhạy của chúng là như nhau.

Ví dụ như tín hiệu của CĐCH là $0 \div U_m$ mà các tín hiệu riêng rẽ là: $0 \div x_{1m}$; $0 \div x_{2m}$; ...; $0 \div x_{nm}$; Giả sử $x_{1m} > x_{2m} > ... > x_{nm}$ thì ta phải có điều kiện là:

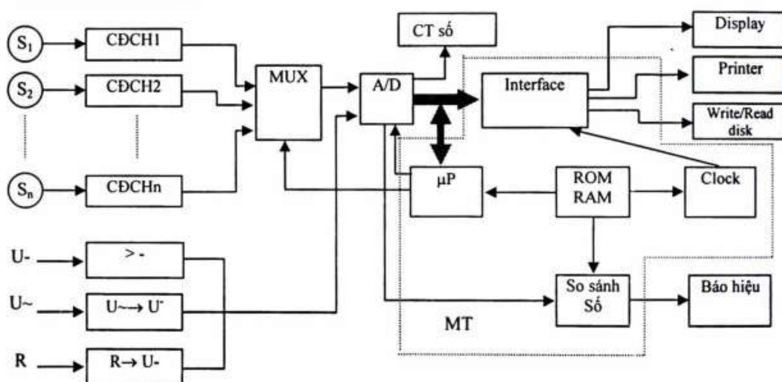
$$\frac{U_{1m}}{x_{1m}} = \frac{U_{2m}}{x_{2m}} = ... = \frac{U_{nm}}{x_{nm}} = const$$

Trong đó: U_{1m}; U_{2m}; ...; U_{nm} là các giá trị cực đại của tín hiệu sau chuyển đổi chuẩn hoá.

Để cho hệ thống chính xác ta phải tính toán tối ưu cho hệ thống, tức là tính chọn khoảng thời gian lấy mẫu tín hiệu sao cho đảm bảo tối ưu.

Ta lấy ví dụ một hệ thống cụ thể: hệ thống DACG - 2 của hãng Takeda Riken Nhật Bản. Đây là hệ thống dùng trong sản xuất và trong nghiên cứu khoa học.

Sơ đồ khối như sau:



***Hình* 6-2**. Hệ thống DACG -2

Tín hiệu sau các sensor qua CĐCH đưa đến Mux rồi qua biến đổi A/D đưa đến interface để ra printer, đĩa ghi từ, display. Mặt khác tín hiệu đến bộ so sánh và được so sánh với mẫu đã được ghi trong ROM được điều khiển bởi μP, tín hiệu ra sẽ được báo hiệu, ngoài ra còn có các thiết bị chỉ thị số, thiết bị ghi số vào đĩa từ, đồng hồ.

Đặc tính của hệ thống:

- Độ nhạy 1 μV
- Có thể đo được các đại lượng khác như:
  + Điện áp một chiều: $0,1 \div 1000$ V

+ Điện trở: 10 Ω ÷ 10 MΩ

+ Có thể đo được tần số: 10 Hz ÷ 2,2 MHz

+ Kết quả được so sánh với mẫu để báo hiệu, thời gian so sánh 500 μs.

+ Số kênh tối đa là 400 kênh.

- μP làm nhiệm vụ sau:

  + Chọn xung bắt đầu cho phép đo

  + Chọn giới hạn đo và thời gian đo

  + Điều khiển các bộ phận khác

  + Đưa ra giá trị mẫu.

- Đồng hồ ghi lại thời gian đo.

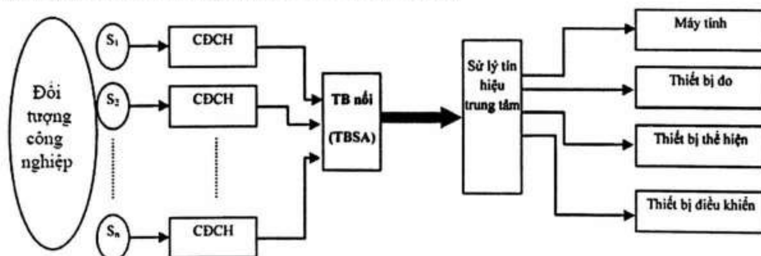
6.2. Hệ thống tác động song song

Nguyên lý của hệ thống này là các kênh làm việc song song với nhau, các tín hiệu đo không phụ thuộc vào nhau. Hệ thống này thường chỉ sử dụng trong một nhà máy vì số lượng dây lớn.

Ta xét một hệ thống cụ thể:

Ví dụ 6-1

Hệ thống FLS - 410 của Nhà máy Ximăng Hoàng Thạch (dây chuyền 1) (FLS : Measurement Handling System), là hệ thống tiêu chuẩn để thu thập, tạo tín hiệu và gia công phân phối các tín hiệu đo lường trong toàn nhà máy. Đây là hệ thống song song gồm 330 điểm đo bao gồm các quá trình đo lường, kiểm tra tự động tất cả các đại lượng điện và không điện. Sơ đồ khối như sau:



Hình 6-3. Hệ thống tác động song song

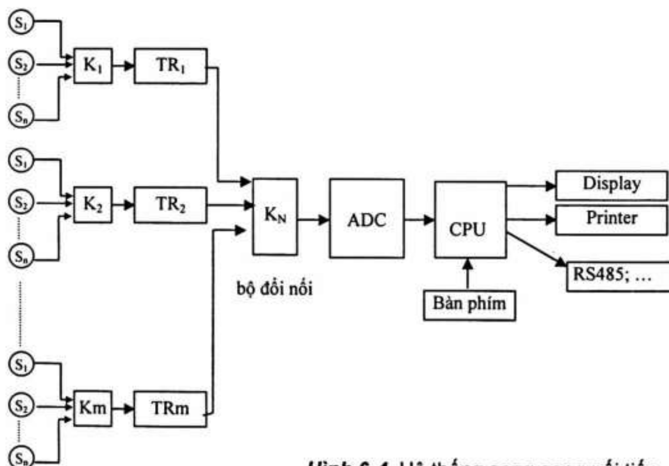
Từ các sensor tín hiệu được đưa vào CĐCH nhằm mục đích khuếch đại sơ bộ và chuẩn hoá tín hiệu. Ở đây tín hiệu phần lớn được tạo ra theo sơ đồ hai dây, dòng điện chuẩn hoá 4 ÷ 20 mA, trong đó 4 mA để cung cấp cho các thiết bị điện tử qua ổn áp và 0 ÷ 16 mA là tín hiệu thay đổi tuỳ thuộc vào sự thay đổi của đại lượng đo.

Sau khi qua CĐCH, tín hiệu được tập trung vào hộp nối (TBAS : Texminal Box Analog Signal), tín hiệu được dẫn bằng cáp sau đó được dẫn đến bộ xử lý tín hiệu trung tâm (SHS : Signal Handling section). Ở đây tín hiệu sẽ được khuếch đại, biến đổi thành điện áp 0 ÷ 10 V hoặc qua biến đổi A/D để ra chỉ thị số và đưa vào máy tính.

Đầu ra của bộ xử lý tín hiệu được đưa đến máy tính, thiết bị đo số và tự ghi, báo hiệu bằng đèn và còi, đưa ra thiết bị điều khiển đối tượng.

- *Ưu điểm:* Đây là hệ thống tập trung, chuẩn hoá, độ tin cậy cao, tín hiệu đi song song không phụ thuộc vào nhau.
- *Nhược điểm:* Hệ thống phức tạp, số lượng dây quá lớn, vì thế hệ thống chỉ tiện lợi trong phạm vi một nhà máy (khoảng cách < 2 km), số lượng các thiết bị đo quá nhiều nên phức tạp và gây khó khăn cho người vận hành.

6.3. Hệ thống song song nối tiếp



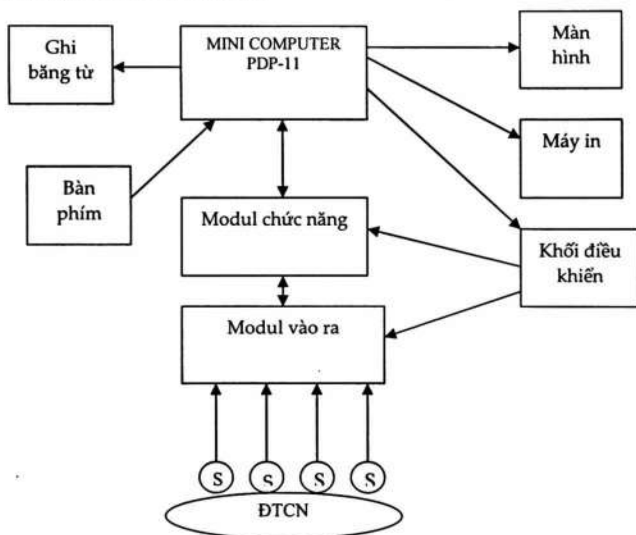
Hình 6-4. Hệ thống song song nối tiếp

Trong hệ thống này, các kênh đo lường được chia thành nhóm; mỗi nhóm chứa nhiều kênh, số kênh trong mỗi nhóm được tính toán sao cho tối ưu nhất (sai số nhỏ nhất).

Từ đối tượng công nghiệp, qua các sensor, tín hiệu được đưa vào các Mux sơ cấp (thường là các Mux cơ khí: K_1, K_2..., K_m), sau đó đến các chuyển đổi chuẩn hóa: TR_1, TR_2,...TR_m. Tiếp theo là đến bộ đổi nối nhóm K_N. Tín hiệu được đưa tới ADC và đưa vào máy tính. Tín hiệu ra của máy tính qua cổng thông tin (RS485; RS232) có thể đưa tới điều khiển đối tượng hoặc truyền đi xa.

Ví dụ một hệ thống nhiều kênh tác động nhanh của Liên Xô (cũ) là hệ thống có cấu trúc song song nối tiếp nhằm mục đích tự động nghiên cứu khoa học để kiểm tra ứng lực, ứng suất, biến dạng và nhiệt độ của đối tượng. Hệ thống làm việc với các sensor lực căng và nhiệt điện trở, từ sensor đến các bộ đổi nối riêng rẽ sau đó đến các cầu số làm thành một modul đo lường. Số lượng các modul có thể lên tới 30. Độ tác động nhanh của mỗi modul có thể đạt tới 100 lần/giây.

6.4. Tổ hợp đo lường tính toán CAMAC



Hình 6-5. Sơ đồ khối của CAMAC

Tổ hợp đo lường tính toán CAMAC (computer application for measurement and control) do Mỹ chế tạo. Tổ hợp này được hãng HP (Mỹ) chế tạo năm 1976 và được công nhận là một hệ thống tiêu chuẩn hoá quốc tế. Tổ hợp CAMAC có sơ đồ khối như hình 6-5. Trong đó, thông tin từ đối tượng được tập trung về máy tính mini

PDP-11 qua các modul vào, ra và các sensor. Máy tính sẽ xử lý thông tin để đưa ra màn hình hiển thị, đưa tới máy in, máy ghi từ…

Các đặc điểm của hệ thống:

- Có 7 tầng, mỗi tầng có 24 modul chức năng, cùng làm việc với nó có một khối điều khiển. Việc thực hiện ghép nối máy tính thông qua khối điều khiển.
- Có khả năng ghép nối các tầng với máy tính thông qua khối chức năng.
- Việc trao đổi thông tin giữa các khối chức năng và khối điều khiển được thực hiện theo 86 thanh cái song song.
- Kênh dữ liệu đảm bảo truyền thông tin 24 bit, chu kỳ truyền tin là 10^{-6} s.
- Modul các tầng có thể nối với thiết bị ngoại vi.

Các modul chức năng được chia làm năm nhóm chính:

- Nhóm 1: Modul vào, ra bao gồm các bộ ADC, DAC, thiết bị thu nhận dữ liệu (dưới dạng số và tương tự), bộ đếm, bộ đồng bộ.
- Nhóm 2: Các thiết bị ngoại vi, chỉ thị số, chỉ thị tương tự, máy in, màn hình.
- Nhóm 3: Các modul ghép nối, các bộ nhớ từ các máy điện báo.
- Nhóm 4: Các MUX; DMUX, các bộ khuếch đại, các bộ hạn chế.
- Nhóm 5: Các bộ biến đổi mã từ mã nhị phân thành mã BCD, các bộ nhân chia và các phép tính số học.

Nguồn cung cấp cho các tầng là: ± 24 V hoặc ± 6 V.

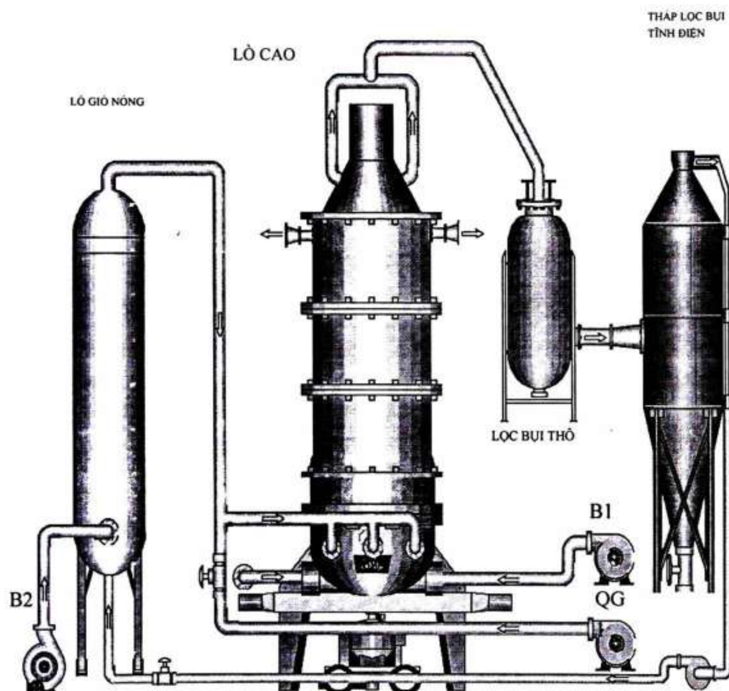
6.5. Hệ thống đo lường và truyền dữ liệu cho lò cao số 3, Công ty Gang thép Thái Nguyên

6.5.1. Giới thiệu về công nghệ luyện gang

Công nghệ luyện gang lò cao là công nghệ truyền thống nói chung trên toàn thế giới, nó là một quá trình công nghệ tổng hợp hết sức phức tạp. Để có được sản phẩm gang trước hết ta phải kể đến nguyên liệu đầu tiên đóng vai trò số một là quặng sắt. Quặng sắt có hai loại chủ yếu là manhêtit và limônit, các loại quặng này đòi hỏi có hàm lượng sắt cao "trên 50%". Quặng sắt của ta được khai thác chủ yếu ở Trại Cau, Tuyên Quang và Cao Bằng. Các quặng này sau khi khai thác được tuyển rửa đạt tiêu chuẩn kỹ thuật và được vận chuyển về nhà máy luyện gang. Ngày nay người ta còn dùng quặng thiêu kết để làm nguyên liệu cho lò cao. Quặng thiêu kết là quặng tổng

hợp được nghiền nhỏ, nung chảy, khử bớt một số tạp chất không cần thiết và làm tăng hàm lượng sắt trong quặng.

Thành phần nguyên liệu thứ hai cũng hết sức quan trọng là than cốc. Than cốc được nấu luyện từ than mỡ tại nhà máy cốc hoá và được chuyển tới nhà máy luyện gang nhờ hệ thống băng tải. Ngoài ra ta còn nhập thêm than cốc từ Trung Quốc.



Hình 6-6. Mô hình công nghệ của lò cao

B2: bơm cấp ôxy cho lò gió nóng;
QG1: quạt gió cấp khí lạnh cho lò cao.

Ngoài hai nguyên liệu chủ yếu là than cốc và quặng sắt bao gồm cả quặng sống và quặng thiêu kết, ta còn phải đưa thêm một số nguyên liệu phụ gia khác như đá vôi, măng gan, lưu huỳnh... Tất cả các nguyên liệu trên với tỷ lệ nhất định được chuyển tới đỉnh lò bằng xe cóc, hệ thống tời nạp liệu và đổ vào trong lò cao. Quặng này sẽ được rải đều thành từng lớp qua hệ thống chuông nhỏ và chuông lớn. Như vậy dòng

liệu sẽ đi từ trên xuống, chúng được sấy khô, nung nóng dần và được nóng chảy. Gió nóng được đưa từ lò gió nóng sang đi ngược từ dưới lên làm cháy than cốc. Nhiệt do than cốc sinh ra sẽ làm nóng chảy quặng và các phụ gia để tạo thành nước gang và nước xỉ. Nước gang nặng ở bên dưới, nước xỉ nhẹ ở trên. Như vậy, người ta sẽ dễ dàng tách được xỉ ra để lấy được gang lỏng, đồng thời với quá trình nóng chảy là các phản ứng ôxy hoá khử xảy ra trong lò.

Mô hình công nghệ của lò cao được chỉ ra trên hình 6-6. Hỗn hợp nguyên nhiên liệu sau khi được cấp vào lò cao sẽ sinh ra các phản ứng cháy và ôxy hoá khử. Khói của lò cao khi thoát ra ngoài được đưa vào buồng lọc bụi thô và lọc bụi tĩnh điện. Do trong thành phần khói này vẫn còn chứa khí CO (hay thường gọi là khí than) nên sau khi ra khỏi buồng lọc bụi tĩnh điện thành phần khí than này được đưa trở lại lò gió nóng, kết hợp với khí ôxy đốt nóng không khí trước khi đưa vào lò cao. Do đó sẽ tận dụng lại được một phần năng lượng và đồng thời giảm bớt được việc thải khí độc ra ngoài môi trường.

6.5.2. Giới thiệu về hệ thống đo lường lò cao

Việc điều chỉnh quá trình nóng chảy và các phản ứng ôxy hoá khử xảy ra trong lò cao để đạt được các sản phẩm gang theo yêu cầu kỹ thuật đề ra thì người công nhân vận hành phải dựa vào các thiết bị đo lường được lắp đặt ở các công đoạn. Chính vì vậy, hệ thống đo lường tự động hoá trong quá trình luyện gang nói riêng và sản xuất nói chung là hết sức quan trọng, nó đóng góp một phần không nhỏ trong quá trình sản xuất, nâng cao năng suất lao động và tạo ra các sản phẩm đạt yêu cầu mong muốn. Hệ thống đo lường lò cao có thể phân ra làm bốn thông số chính sau:

- Các thông số về nhiệt độ.
- Các thông số về áp lực.
- Các thông số về lưu lượng.
- Các thông số về trọng lượng.

Các thông số về nhiệt độ

Các thông số về nhiệt độ ở lò cao bao gồm: Trên đỉnh lò có hai điểm đo nhiệt độ:

+ Đỉnh lò trái: Ký hiệu là TE-101 đưa về phòng trực ban ký hiệu là TR-101.

+ Đỉnh lò phải: Ký hiệu là TE - 102 đưa về phòng trực đầu vào modul ký hiệu là TR-102. Giới hạn đo nhiệt độ của cặp nhiệt tại hai điểm đỉnh lò là can loại B có giới hạn đo $0 \div 1600^oC$.

Ở cổ lò ta có bốn điểm đo bố trí đối diện nhau xung quanh lò theo thứ tự đông - nam - tây - bắc là vị trí các cặp nhiệt ký hiệu theo thứ tự là TE-103, TE-04, TE-105,

TE-106, tương tự đưa về đầu các modul có ký hiệu là: TR-103, TR-104, TR-105, TR-106. Ở khu vực này ta cũng dùng cặp nhiệt điện loại B có giới hạn đo 0 ÷ 1600°C.

Ở tầng trên cũng bố trí bốn điểm xung quanh lò như ở cổ lò, tương tự các vị trí có ký hiệu là: TE-107, TE-108, TE-109, TE-110 và khi đưa về đầu các modul mở rộng có ký hiệu là: TR-107, TR-108, TR-109, TR-110. Ở khu vực này ta cũng dùng cặp nhiệt điện loại B có giới hạn đo 0 ÷ 1600°C.

Tương tự như ở cổ lò trên và tầng trên, tầng dưới cũng bố trí bốn điểm xung quanh lò, có ký hiệu là: TE-111, TE-112, TE-113, TE-114 và tương tự đưa về đầu các module ký hiệu là: TR-111, TR-112, TR-113, TR-114. Ở khu vực này ta cũng dùng cặp nhiệt điện loại B có giới hạn đo 0 ÷ 1600°C.

Ở đáy lò ta đo một điểm là TE-115 và đưa về đầu vào là: TR-115. Ở khu vực này ta dùng can nhiệt điện loại E có giới hạn đo 0 ÷ 600°C.

Ở nền lò ta đo một điểm có ký hiệu là: TE-116 và đưa về đầu vào có ký hiệu là: TR-116. Ở khu vực này ta cũng dùng can nhiệt điện loại E có giới hạn đo 0 ÷ 600°C.

Ở hệ thống làm mát ta đo ba vị trí, hai vị trí ở hai đường ống nước vào làm mát là TE-117 và TE-119, đưa về đầu vào là: TR-117 và TR-119. Ở đường ống nước làm mát ra ta đo một điểm là TE-118 và đưa về đầu vào là TR-118. Ở ba vị trí này ta dùng cặp nhiệt kế điện trở có giới hạn đo 0 ÷ 250°C.

Trên đường ống gió nóng đưa vào lò ta đo song song hai diểm nhiệt độ là TE-208a và TE-208b. Ở hai vị trí này ta dùng cặp nhiệt loại B có giới hạn đo là 0 ÷ 1600°C.

Trên đường ống hơi nước ta đo một diểm nhiệt độ hơi nước là TE-121,và đưa về đầu vào là TR-121. Ở điểm đo này ta dùng cặp nhiệt loại E có giới hạn đo là 0 ÷ 600°C.

Ở ba lò gió nóng ta có tổng số sáu điểm đo nhiệt độ gần ba điểm trên ba đỉnh lò gió nóng và ba điểm đáy lò gió nóng (còn gọi là nhiệt độ đường khói). Ba điểm đỉnh tương đương ở các lò số 4, lò số 5 và lò số 6 là các điểm đo TE-201, TE-203 và TE-205, đưa về đầu vào là TR-201, TR-203 và TR-205. Cả ba vị trí trên đỉnh lò ta dùng cặp nhiệt loại B có giới hạn đo là 0 ÷ 1600°C. Ba điểm đường khói theo thứ tự tương ứng sẽ là các điểm đo TE-202, TE-204 và TE-206, đưa về đầu vào là TR-202, TR-204 và TR-206. Ở 3 vị trí này ta sử dụng can nhiệt loại E có giới hạn đo là 0 ÷ 600°C.

Ở đường ống gió lạnh ta đo một điểm nhiệt độ gió lạnh là TE-207 và đưa về đầu vào là TR-207.

Lưu ý: Do đặc thù của phép đo nhiệt độ dùng cặp nhiệt điện nên tất cả các dây tín hiệu kéo từ cặp nhiệt điện về tủ đều phải dùng các loại dây đặc chủng riêng để đảm bảo phép đo được chính xác.

Các thông số về áp lực ở lò cao

Ở đỉnh lò cao ta có hai điểm đo áp lực đỉnh lò, ở phía đông là vị trí PE-101 và đưa về đầu vào là PR-101, ở phía tây là vị trí PE-102 và đưa về đầu vào là PR-102. Ở hai vị trí này ta dùng cảm biến áp lực có giới hạn đo từ 0 ÷ 50 kPa đầu ra tương ứng 4 ÷ 20 mA.

Ở đầu vào thùng lọc bụi khô ta đo một điểm áp lực khí thải PE-103 và đưa về đầu vào là PR-103, cảm biến ở vị trí này dùng loại có giới hạn 0 ÷ 25 kPa.

Ở đường gió nóng vào lò ta đo một điểm áp lực gió nóng PE-204 và đưa về đầu vào là PR-204, cảm biến ở vị trí này dùng loại có giới hạn 0 ÷ 150 kPa.

Ở hệ thống nước làm mát ta đo hai điểm áp lực nước làm mát 1 và 2 ký hiệu là PE-104 và PE-105, tương tự đưa về đầu vào là PR-104 và PR-105, cảm biến ở vị trí này dùng loại có giới hạn 0 ÷ 1,2 kPa.

Trên đường ống hơi nước có một điểm đo áp lực hơi nước PE-206 và đưa về đầu là PR-206. Ở vị trí này ta dùng cảm biến áp lực có giới hạn 0 ÷ 1 kPa.

Trên đường khí than có một điểm đo áp lực khí than PE-203 và đưa về đầu là PR-203. Ở vị trí này ta dùng cảm biến áp lực có giới hạn 0 ÷ 150 kPa.

Tại khu điều tiết ôxy giàu đưa vào lò gió nóng và đưa vào đường ống gió lạnh ta đặt ba điểm đo áp lực có ký hiệu là PE-201a; PE-201b; PE-201c, tương tự đưa về đầu vào là PR-201a; PR-201b; PR-201c, ở khu vực này ta dùng hai bộ cảm biến áp lực có giới hạn đo 0 ÷ 2,5 MPa.

Khác với phần đo nhiệt độ, tất cả các hệ thống đo áp lực tín hiệu đầu ra 4 ÷ 20 mA.

Các thông số về lưu lượng ở lò cao

Ở đường ống hơi nước ta đặt một điểm đo lượng hơi nước ký hiệu FE-101 và đưa về đầu vào modul mở rộng là FY-101. Tại vị trí này ta dùng cảm biến lưu lượng có giới hạn đo 0 ÷ 5 T/h.

Ở hệ thống nước làm mát cho lò cao ta đặt hai hệ thống đo lưu lượng nước làm mát 1 và 2, có ký hiệu là FE-102 và FE-103, đưa về đầu vào modul là FY-102, FY-103, vị trí này ta dùng hai bộ cảm biến lưu lượng có giới hạn đo 0 ÷ 3200 T/h.

Ở hệ thống ôxy giàu đưa vào lò cao ta đặt một điểm đo lưu lượng ôxy FE-204 và đưa về đầu vào là FY-204. Ở vị trí này biến dẫn lưu lượng có giới hạn đo 0 ÷ 1500 m^3/phút.

Trên đường ống gió lạnh ta đặt một điểm đo lưu lượng gió lạnh ký hiệu FE-205 và đưa về đầu vào là FY-205. Tại vị trí này ta dùng cảm biến đo lưu lượng có giới hạn đo 0 ÷ 500 m^3/phút.

Ở ba đường ống nhánh hơi than đưa vào ba lò gió nóng của lò cao ta đặt ba điểm đo lưu lượng hơi than riêng vào mỗi lò theo thứ tự lò 4, lò 5, lò 6 là các điểm đo ký hiệu là FE-201, FE-202 và FE-203. Tại ba vị trí này ta sử dụng hai bộ cảm biến đo lưu lượng có giới hạn đo 0 ÷ 3200 m^3/phút.

Cũng giống như đo áp lực, ở phép đo lưu lượng ta cũng phải sử dụng các bộ cảm biến lưu lượng để chuyển các tín hiệu chênh áp thành tín hiệu điện có trị số 4 ÷ 20 mA phụ thuộc vào sự thay đổi của chênh áp đầu vào, song khác với cảm biến áp lực, cảm biến lưu lượng phải có thêm phần khai căn vì lưu lượng $Q = K\sqrt{\Delta P}$ lúc đó ở đầu ra của cảm biến ta mới có dòng ra 4 ÷ 20 mA tuyến tính để đưa về đồng hồ hiển thị.

Các thông số về khối lượng ở lò cao

Ở hệ thống đo lường tự động hoá lò cao, để có trị số các mẻ liệu chính xác và giúp cho việc phối liệu được đảm bảo theo đúng yêu cầu của công nghệ, ở khu vực nạp liệu người ta bố trí lắp tám cân liệu đầu vào, trong đó có năm cân loại 3 tấn và 3 cân loại 5 tấn. Nguyên lý chung của các cân này là: toàn bộ bàn cân được đặt lên trên 3 bộ cảm biến có tải trọng phù hợp. Sự thay đổi về trọng lượng trên cân qua các bộ cảm biến đấu song song với nhau được chuyển thành tín hiệu 4 ÷ 20 mA, được xử lý, được hiển thị và có thể đặt được trọng lượng mỗi loại liệu tuỳ ý. Ngoài ra người ta còn dùng tín hiệu này ở trong hệ thống tự động đóng, mở các van, đóng, mở các săng cốc, quặng.

Ngoài bốn thông số cơ bản trên hệ thống đo lường lò cao nói chung người ta còn bố trí lắp hai thước liệu trái và phải để đo độ sâu, nông của liệu trong lò. Mức liệu này có giá trị 0 ÷ 3 m được chia thành từng đoạn, mỗi đoạn 50 cm. Trong hệ thống tự động tín hiệu của thước liệu còn dùng để đóng mở chuông của lò cao.

Như vậy tổng hợp lại ta có tất cả 58 thông số cần đo. Trong đó có 29 thông số về nhiệt độ, 11 thông số về áp lực, 8 thông số về lưu lượng, 8 thông số về khối lượng và 2 thông số của thước liệu.

6.5.3. Thực trạng về hệ thống đo lường hiện nay của lò cao

Hiện nay hệ thống đo lường cho lò cao số 3 của Nhà máy Luyện gang - Công ty Gang thép Thái Nguyên chủ yếu sử dụng các thiết bị cơ học và đồng hồ điện từ để thể hiện kết quả đo lường dữ liệu lò cao. Các thiết bị này có một số đặc điểm như sau:

- Thiết bị cồng kềnh, độ ổn định và độ chính xác không cao.

- Khả năng xử lý thông tin không linh hoạt và phải mất nhiều nhân công vận hành.
- Không có khả năng giám sát và quản lý thông tin từ xa, tính năng tự động hoá kém.
- Qua nhiều năm sử dụng thiết bị đã xuống cấp và không còn phù hợp với nhu cầu của sản xuất hiện tại.

6.5.4. Phân tích đặc điểm và nhu cầu cải tiến hệ thống đo lường lò cao

Hệ thống đo lường lò cao là một hệ thống đo lường phức tạp, có số lượng điểm đo lớn và các thông số đo đa dạng, môi trường làm việc thì khắc nhiệt và độc hại. Như đã phân tích ở chương 1 thì hiện nay việc đo lường và hiển thị bằng một hệ thống đồng hồ điện từ với số lượng lớn, điều đó dẫn đến việc tổng hợp và xử lý thông tin của người vận hành hết sức phức tạp. Mặt khác việc lưu trữ và truyền dữ liệu đi xa để giúp cho việc quản lý và phân tích dữ liệu từ xa chưa đáp ứng được với nhu cầu sản xuất hiện đại. Vì vậy, nhu cầu cải tiến hệ thống đo lường, xử lý và truyền dữ liệu cho lò cao là hết sức cần thiết và cấp bách.

Trước thực trạng trên của hệ thống đo lường lò cao, cần hướng vào cải tiến nâng cấp hệ thống với các nội dung chính sau:

- Thay toàn bộ hệ thống đồ hồ hiển thị hiện nay bằng hệ thống thu thập và xử lý dữ liệu thông qua hệ thống kỹ thuật số kết hợp với máy tính PC. Tất cả các thông số đo lường sẽ được xử lý và hiển thị trên máy tính PC và có thể cài đặt các chức năng bảo vệ và cảnh báo trong quá trình vận hành.
- Để giúp cho khả năng giám sát hệ thống từ xa, cần thiết kế hệ thống mạng thông tin kết nối với mạng điện thoại công cộng, điều đó sẽ cho phép giám sát và điều hành hệ thống từ xa, không giới hạn về vị trí địa lý.

6.5.5. Xây dựng và thiết kế phần cứng cho hệ thống

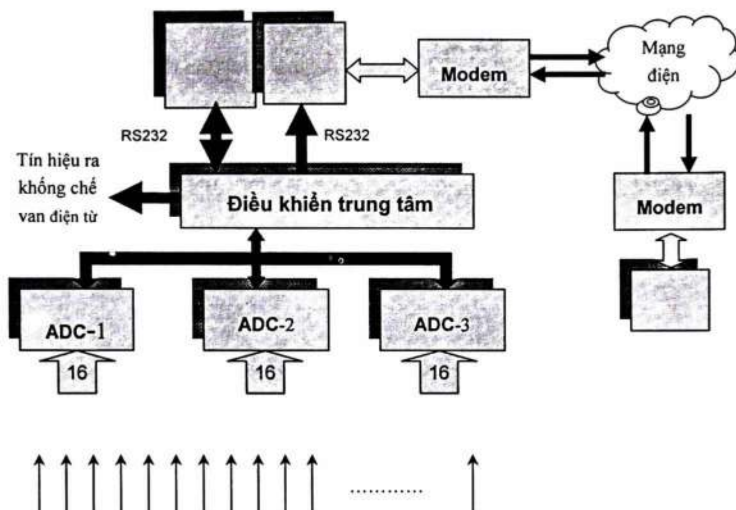
Thiết kế tổng thể

Như đã đề cập ở phần đầu, yêu cầu đặt ra là thực hiện việc thu thập các thông số đo lường từ lò cao (nhiệt độ, áp suất, lưu lượng) đưa về gia công xử lý, sau đó sẽ đưa lên hiển thị trên máy tính. Để thực hiện được các yêu cầu này, điều cần thiết là phải có một hệ thống phần cứng đủ tin cậy, hoạt động ổn định, chính xác. Điều này đóng vai trò vô cùng quan trọng đối với người vận hành bởi vì nhờ chính các thông số này mà người vận hành lò luôn cập nhật được tình trạng của lò, giúp việc vận hành luôn đảm bảo an toàn và hiệu quả. Mô hình tổng quan phần cứng được đưa ra như hình 6-7.

Trong đó:

- ADC-1, ADC-2, ADC-3: Các modul chuyển đổi A/D 12 bit 16 kênh.

- PC1, PC2, PC3 : Các máy tính PC trong hệ thống.
- Modem: Bộ điều chế và giải điều chế tín hiệu truyền thông.



Hình 6-7. Sơ đồ khối hệ thống xử lý và truyền dữ liệu cho lò cao

Để tiện cho việc lắp đặt, vận hành, thay thế và mở rộng, các chức năng phần cứng được thiết kế theo kiểu modul hoá, theo đó các mạch điện chức năng sẽ được thiết kế theo kiểu card cắm vào các khe cắm (slot). Mỗi card này sẽ có một chức năng riêng. Theo như yêu cầu đã đặt ra, chúng ta phải có một card điều khiển trung tâm điều khiển hoạt động tất cả các mạch điện còn lại. Do đó ở phần thiết kế này, chúng ta tiến hành thiết kế một card điều khiển trung tâm với thành phần cốt lõi là vi điều khiển 89C51. Ngoài ra, tuỳ theo yêu cầu về số lượng kênh đầu vào mà có thể lắp đặt thêm các card giao tiếp tương tự mở rộng. Theo như các số liệu đã tổng hợp, chúng ta phải cần đến 48 kênh tương tự đầu vào. Do đó ở đây ta lựa chọn số kênh cho mỗi card là 16 và phần cứng sẽ cho phép cắm 5 card giao tiếp tương tự mở rộng. Như vậy chúng ta có tổng số lượng kênh có thể sử dụng là 90 kênh.

Có thể mô tả hoạt động của toàn bộ hệ thống tóm tắt như sau:

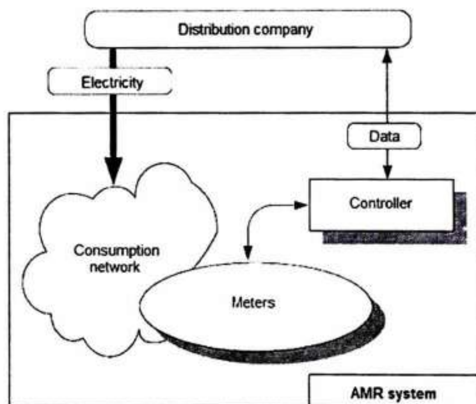
Tín hiệu từ đầu ra của các cảm biến đo lường sẽ được tổng hợp đưa về các modul giao tiếp tương tự. Tại đây, tín hiệu sẽ được xử lý bước đầu, nếu là dạng tín hiệu dòng chuẩn (từ 4 đến 20 mA) sẽ được đưa qua mạch chuẩn hoá tín hiệu để lấy được

điện áp chuẩn sau đó đưa vào khối khuếch đại đo lường để tạo ra mức điện áp phù hợp đưa vào mạch chuyển đổi A/D. Nếu là tín hiệu lấy từ các cảm biến nhiệt độ, do các tín hiệu này là các giá trị sức điện động nhỏ nên phải được đưa qua các khối khuếch đại với các giá trị hệ số khuếch đại khác nhau (tuỳ thuộc vào độ lớn của nhiệt độ tại điểm đo) sau đó mới được đưa đến khối chuyển đổi A/D. Để tận dụng hết khả năng của vi mạch chuyển đổi A/D (AD574) cũng như giảm giá thành tối thiểu, các kênh tín hiệu tương tự này sẽ được đưa vào mạch dồn kênh. Mạch dồn kênh này hoạt động theo nguyên lý phân chia theo thời gian. Do đó tại một thời điểm chỉ có tín hiệu của một trong 16 kênh được đưa đến bộ chuyển đổi A/D. Dữ liệu dạng số tại đầu ra bộ chuyển đổi A/D sẽ được đưa đến vi điều khiển để gia công xử lý sau đó sẽ được chuyển đến máy tính giám sát. Toàn bộ hoạt động các khối dồn kênh, khuếch đại, chuyển đổi A/D, giao tiếp với máy tính sẽ được điều khiển bởi vi điều khiển.

6.6. Giới thiệu hệ thống tự động đọc công tơ từ xa bằng máy tính (Automated Meter Reading - AMR)

6.6.1. Kiến trúc chung của AMR

Sơ đồ khối và nguyên lý hoạt động



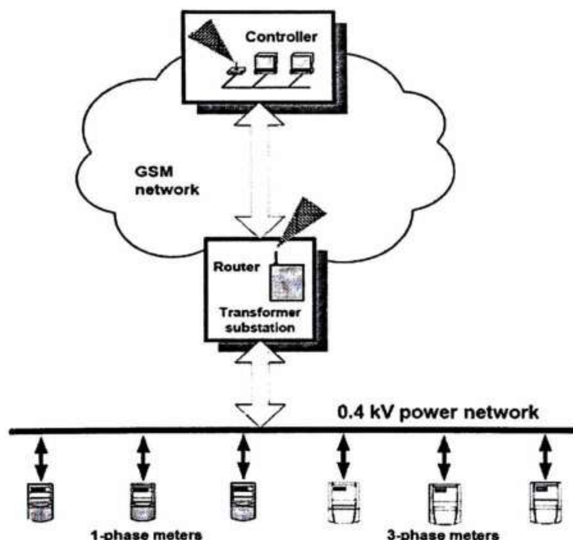
Hình 6-8. Nguyên lý cơ bản của quá trình truyền thông giữa một công ty phân phối và khách hàng thông qua hệ thống AMR

Hệ thống AMR được thiết kế giao tiếp với khách hàng đầu cuối trong môi trường mạng điện lưới 0,4 kV một pha hoặc ba pha. Hệ thống được dùng để thu thập các dữ liệu điện tiêu thụ từ các tòa nhà riêng biệt khu dân cư (ví dụ như một gia đình và nhà chung cư), văn phòng, công nghiệp các doanh nghiệp và các cơ sở công cộng cho các

trung tâm quản lý tiêu thụ điện. Hình 6.8 minh họa nguyên lý cơ bản của quá trình truyền thông giữa một công ty phân phối và khách hàng thông qua hệ thống AMR.

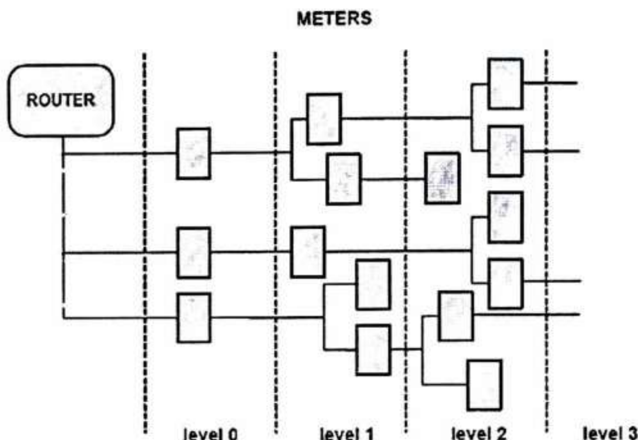
Phạm vi sử dụng của AMR bị hạn chế bởi kích thước của trung tâm hành chính, thị xã, khu vực nông thôn. Các lĩnh vực ứng dụng có thể được mở rộng bằng cách tăng số đơn vị đồng hồ. Một bộ điều khiển có thể xử lý và lưu trữ dữ liệu cho khoảng một triệu công tơ. Một số đơn vị điều khiển có thể được tích hợp bên trong bộ điều khiển ở một mức cao hơn.

Các công tơ chuyển dữ liệu đo được đến một bộ định tuyến trong trạm biến áp thông qua các liên kết thông tin liên lạc, ví dụ thông qua PLC. Router thực hiện chức năng thu thập dữ liệu và lưu trữ tạm thời, nó có thông tin hai chiều với một bộ điều khiển nhằm thu thập dữ liệu và lưu trữ lâu dài được cài đặt trong trạm biến áp. Dựa trên thông tin này các nhà cung cấp điện có thể đưa ra các quyết định nhằm tự động hóa quá trình phân phối. Phương thức truyền tải dữ liệu giữa một công tơ và bộ điều khiển được thể hiện trong hình 6-9.



Hình 6-9. Phương thức truyền tải dữ liệu trong AMR

Trong một số cấu trúc mạng, phạm vi hoạt động của một router là không đủ. Trong trường hợp như vậy, thông tin liên lạc giữa đồng hồ và router phải được dựa trên một nguyên tắc định địa chỉ nhiều mức như trong hình 6-10.



Hình 6-10. Định địa chỉ nhiều mức trong AMR

Với các công tơ được trang bị công nghệ AMR, các tín hiệu analog của dòng điện và điện áp được chuyển thành tín hiệu số. Công suất, năng lượng tiêu thụ và một số các thông số khác được tính toán dựa trên thông tin này. Tất cả các dữ liệu được lưu trữ trong một bộ nhớ không mất dữ liệu và có thể được đọc từ xa. Căn cứ vào việc thiết lập giá điện và dịch vụ giá trị gia tăng, các đồng hồ có thể tính toán giá trị điện cho mỗi đầu cuối. Các đồng hồ điện có thể có một màn hình hiển thị cung cấp một giao diện người dùng thân thiện giữa các hệ thống và khách hàng, cho thông tin về mức tiêu thụ điện theo cả dạng kWh và theo tiền mặt. Hơn nữa, tùy theo tình hình, đồng hồ có thể cắt điện phân phối cho một khách hàng bởi một rơle tích hợp bên trong. Các tình huống này có thể là:

- Người tiêu dùng đã phá vỡ các điều kiện của hợp đồng tiêu thụ điện với nhà cung cấp.
- Các điều kiện của mạng không cho phép phân phối điện do các tình huống khẩn cấp.
- Bộ điều khiển đã gửi một tín hiệu để cắt điện.

Trong các đồng hồ đo điện cũng có một phương pháp đo lường dòng lệch pha. Dòng lệch pha là sự chênh lệch giữa giá trị dòng điện khi không dẫn và giá trị dòng điện trong pha dẫn. Nhờ các công tơ ba pha, phương pháp này cho phép quản lý cân bằng tải. Đo lường dòng lệch pha và quản lý cân bằng công suất là hai cách có thể phát hiện hành vi trộm cắp điện.

Các yêu cầu cần thiết cho hệ thống AMR

Tại thời điểm hiện tại các tiêu chuẩn giao tiếp cụ thể cho AMR chưa được thiết lập. Điều này có nghĩa là ít nhất các trang thiết bị được lắp đặt tại các đầu cuối sử dụng điện phải có một chức năng tải về phần mềm để cung cấp một cơ hội cho các tiêu chuẩn cập nhật trong tương lai. Đó là lý do tại sao có một số khuyến nghị cho các yếu tố khác nhau của AMR được trình bày dưới đây.

Khuyến nghị cho mạng truyền thông

Cấu trúc của mạng truyền thông phụ thuộc mạnh mẽ vào môi trường truyền là lựa chọn để kết nối các thành phần của hệ thống AMR. Các môi trường truyền thông như đường dây điện thoại, mạng GSM hoặc Internet cần yêu cầu bổ sung hệ thống dây điện tại cơ sở khách hàng và trong trường hợp mạng GSM, các modem vô tuyến đặc biệt với ăngten phù hợp sẽ được sử dụng. Hơn nữa, các loại phương tiện truyền thông thông tin liên lạc không được bảo vệ chống lại các truy cập của khách hàng có liên quan làm thay đổi các thông số của mạng và có thể dẫn đến các kết nối bị gián đoạn và không thể quản lý được một hệ thống AMR.

Để tránh những vấn đề trên, việc truyền thông qua đường dây điện lực PLC được khuyến khích sử dụng. Quá trình truyền thông này được cung cấp bởi mạng điện phân bố hiện tại, do đó mạng lưới hỗ trợ một thiết bị thay thế 1:1. Tuy nhiên, hiện tượng suy hao đường truyền và một mức độ nhiễu là thích hợp để phân phối trên mạng điện áp thấp. Các kết quả đo đạc chi tiết và các thử nghiệm trong lĩnh vực này đã chỉ ra rằng hiệu quả tốt nhất của truyền thông PLC có thể đạt được nếu:

- Sử dụng các công nghệ trải phổ cho phép có được các phép điều chế dư thừa và ổn định.
- Sử dụng băng tần trong khoảng 9 và 95 kHz để tránh hiện tượng suy giảm tín hiệu (EN50065 tiêu chuẩn châu Âu (CENELEC)): tín hiệu trên lưới điện áp thấp được ấn định dải tần từ 3 đến 148,5 kHz.
- Mỗi thiết bị đầu cuối được sử dụng như là một repeater cho thiết bị đầu cuối khác.
- Trạm biến áp điện lực (hoặc một số trạm tương đương) được sử dụng như là một lớp tập trung dữ liệu thứ hai.

Khuyến nghị cho các thiết bị đầu cuối

Các đồng hồ đo điện và các đơn vị chuyển mạch tải thuộc về các thiết bị đầu cuối trong hệ thống AMR. Các đơn vị chuyển mạch tải cung cấp một chức năng tích hợp giám sát điện áp đầu ra và điện áp đầu vào cho các rơle và phát ra các tín hiệu cảnh báo tương ứng trong các tình huống có lỗi. Thiết bị đầu cuối phải cho phép cung cấp

một cơ hội để được hiệu chuẩn và để có thể cập nhật các chức năng từ xa. Các chức năng sau được khuyến nghị cho đồng hồ đo điện như một phần của hệ thống AMR:

- Có một số thanh ghi chứa biểu giá cho hoạt động tiêu thụ năng lượng tùy thuộc vào thời gian, ngày hoặc/và tiêu chuẩn tải thực tế.
- Có một số thanh ghi cho việc phân phát năng lượng, điều này có thể hữu ích trong trường hợp tạo ra các mạng phân bố.
- Thanh ghi lưu giữ công suất tiêu thụ/công suất phân phát.
- Tạo ra các cơ cấu tải nhằm thực hiện các phân tích sâu về hành vi tiêu thụ.
- Ghi lại các trường hợp suy giảm điện áp và gián đoạn nguồn cung cấp.
- Cần có một cầu dao để ngắt kết nối khách hàng với lưới điện trong trường hợp vượt quá công suất tiêu thụ giới hạn hoặc không ký hợp đồng.
- Có các khe cắm bổ sung trong đồng hồ cho các ứng dụng trong tương lai.
- Việc thiết kế các đồng hồ đo điện được sử dụng trong hệ thống AMR phải dựa trên những tiêu chuẩn quốc tế.

Khuyến nghị cho các bộ tập trung dữ liệu trong các trạm biến áp

Các bộ tập trung dữ liệu giám sát các đồng hồ đo điện theo nguyên tắc "chủ-tớ" và dành một băng tần cụ thể cho mục đích này trong trường hợp sử dung đường truyền PLC. Bộ tập trung dữ liệu phải cung cấp các kết nối giữa bộ phát hiện ngắn mạch và phát hiện lỗi mát và kiểm soát các thiết bị chuyển mạch dựa trên một cấp kỹ thuật số. Nó có để xử lý các giá trị analog đầu vào của các thiết bị đo dòng điện và điện áp. Việc đo lường chất lượng của một tải phải được thực hiện theo tiêu chuẩn EN50160 châu Âu (CENELEC): Các đặc điểm điện áp của lưới điện được cung cấp bởi hệ thống phân phối công cộng. Bộ tập trung dữ liệu phải phát hiện hành vi trộm cắp và sau đó ngắt kết nối này của khách hàng khỏi lưới điện.

6.6.2. Các phần tử chính trong hệ thống AMR

Công tơ điện tử

Các điều kiện tiên quyết cơ bản quy định chất lượng của hệ thống AMR là khả năng của các công tơ điện tử trong việc thực hiện các giao tiếp điện tử. Đa số các công tơ điện tử có cấu tạo dựa trên quá trình truyền thông dưới khuôn dạng quang học giữa một cặp cô lập khối phát và khối thu. Vì được ứng dụng với mục đích cụ thể nên công tơ điện tủ phải lấy năng lượng từ các nguồn phụ trợ sao cho vẫn có thể giao tiếp trong thời gian mất điện.

Thiết bị giao tiếp truyền thông (trong trạm biến áp)

Thiết bị giao tiếp truyền thông là một thiết bị thông minh hai cổng nhằm xử lý, lưu trữ và giao tiếp với các luồng dữ liệu dựa trên nhu cầu của các mạng các nhân được kết nối ở hai đầu của nó. Như tên của thiết bị cho thấy, việc lựa cnọn của khối này phụ thuộc vào các phương tiện thông tin truyền thông được lựa chọn. Ví dụ điển hình là các modem PSTN liên kết mạng điện hạ thế với mạng PSTN.

Môi trường truyền thông

Để vận chuyển dữ liệu từ các đồng hồ năng lượng tới các máy chủ PC cần thiết có một phương tiện truyền thông. Bản thân môi trường truyền thông đã chứa các thành phần phụ phức tạp như các mạch vòng thuê bao ở hai phía, hàng loạt các thiết bị chuyển mạch thông minh, các đường trung kế dựa trên một loạt các thành phần như vi ba, cáp quang hay VSATS. Có hai cách phân loại rộng của phương tiện truyền là mạng chuyển mạch kênh và mạng chuyển mạch gói. Trong khi hầu hết các ứng dụng cũ làm việc trên mạng chuyển mạch kênh thì hiện tại mạng chuyển mạch gói đang nổi lên nhanh chóng và đó là nơi mà các công nghệ truyền thông đang hướng tới.

Thiết bị giao tiếp truyền thông (ngoài trạm biến áp)

Thiết bị này có chức năng tương tự như thiết bị giao tiếp truyền thông trong trạm biến áp. Tuy nhiên, có thể có trường hợp một mạng AMR điển hình được thiết lập với môi trường giao diện trong biến áp là PSTN và bên ngoài là thiết bị tương thích GSM tùy theo sự lựa chọn. Công suất của thiết bị giao diện ngoài trạm là một vấn đề phức tạp. Bạn nên "mượn" năng lượng từ ổ cắm điện của người tiêu dùng để phục vụ cho mục đích trước mắt nếu người dùng cho phép. Do đó sự lựa chọn tốt nhất là lấy nguồn cho thiết bị giao diện phương tiện truyền thông từ các mạch đo điện áp. Việc cung cấp điện cho thiết bị phương tiện truyền thông giao diện đi kèm trong các tùy chọn khác nhau như 110 V, 240 V,... Đối với khách hàng bị nghi ngờ ta cần sắp xếp cho một pin hỗ trợ cung cấp điện cho các thiết bị giao tiếp môi trường truyền.

Máy tính với phần mềm điều khiển AMR

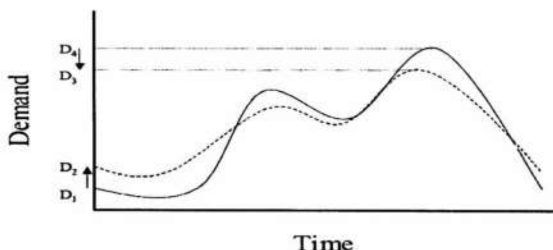
Trung tâm của các trạm đọc công tơ từ xa là phần mềm đọc công tơ được lưu giữ trong máy tính tại trạm. Phần mềm này có các chức năng để quay các số mục tiêu, thiết lập một cuộc gọi dữ liệu, thu thập các số liệu từ việc đọc đồng hồ và đóng phiên làm việc. Các phiên bản hiện đại của phần mềm có khả năng sắp đặt một lịch trình đọc đồng hồ và sẽ quay số, thu thập các số liệu từ đồng hồ mục tiêu tại ngày và giờ xác định.

6.6.3. Lợi ích và những khó khăn khi triển khai công nghệ AMR

Các thành phần sau đây có thể được xem như có vai trò trong hoạt động thị trường cung cấp năng lượng: người sử dụng năng lượng, chủ sở hữu mạng lưới, công ty đo

lường, chính phủ, đơn vị phát điện, nhà cung cấp và truyền tải điện, nhà phân phối và bán lẻ. Nhiều quốc gia không phân biệt giữa chủ sở hữu mạng lưới và công ty đo. Việc sử dụng AMR có thể cung cấp lợi ích cho tất cả mọi thành phần trong thị trường.

Theo kỳ vọng chính sách của chính phủ, lợi ích chính cho các khách hàng sử dụng điện nhờ việc áp dụng AMR bao gồm khả năng để điều tiết năng lượng tiêu thụ của chính khách hàng tùy thuộc vào trong/ngoài giờ cao điểm của toàn bộ lưới điện năng lượng tiêu thụ. Công nghệ AMR cho phép người dùng năng lượng có thể trả chi phí thực tế cho điện năng tiêu thụ ở các thời điểm mà họ thực sự sử dụng nó. Theo kết quả, một khách hàng thường sử dụng ít năng lượng hơn trong thời gian cao điểm có thể tăng năng lượng sử dụng và sẽ phải chi phí trả ít hơn trong thời gian không cao điểm. Ngược lại, một người tiêu dùng tiêu thụ năng lượng trong thời gian cao điểm sẽ phải trả thêm tiền. Trong trường hợp này hành vi thông minh của một nhóm khách hàng sẽ dẫn đến làm mịn đường cầu về điện (hình 6-11). Nhờ vào việc đọc dữ liệu tự động, khách hàng không còn cần phải ở nhà chờ đợi các chuyến thăm định kỳ của nhân viên ngành điện. Các công nghệ AMR hiện đại còn cung cấp cho khách hàng một tùy chọn để họ có thể quản lý tài khoản trực tuyến thông qua một trang web đặc biệt.

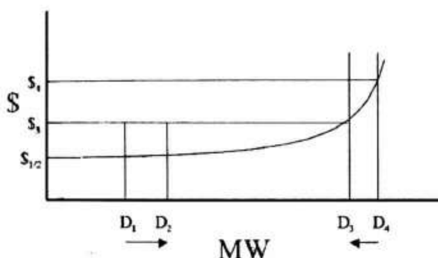


Hình 6-11. Đường cầu về điện của khách hàng

Hành vi có ý thức của khách hàng trong hoặc ngoài thời gian cao điểm trong một quy mô lớn có thể dẫn đến tăng cường sức mạnh cho các hệ thống năng lượng toàn bộ đất nước:

- Độ tin cậy của việc cung cấp năng lượng sẽ được cải thiện;
- Công suất yêu cầu sẽ thấp;
- Mất mát trên toàn bộ hệ thống sẽ thấp hơn;
- Quản lý của việc cung cấp năng lượng sẽ được dễ dàng hơn;
- Việc gia tăng định kỳ của các khoản trả cho năng lượng điện sẽ thấp hơn.

Ta luôn mong muốn chi phí cho năng lượng điện sẽ tăng lên trong thời gian ngoài giờ cao điểm (từ 1 tới 2 USD) và giảm trong giai đoạn cao điểm (từ 4 xuống 3 USD). Nhưng bản chất của một đường cong giá cung cấp nói lên rằng giá tăng trong thời gian ngoài cao điểm có thể sẽ là ít hơn giá giảm trong thời gian cao điểm (hình 6-12).



Hình 6-12. Đường cong yêu cầu thay đổi theo tải

Khi có một kiến thức toàn diện về một khách hàng và một nhóm khách hàng của một tải điện, các nhà bán lẻ và nhà cung cấp có thể giảm thiểu rủi ro của họ, nâng cao tính chính xác của hồ sơ dự thầu cung cấp tại thị trường tại chỗ. Bằng cách này, họ tránh mua năng lượng tại các thời kỳ cao điểm và có thể kiểm soát chi phí. Sử dụng AMR như là một gateway vào nhà của khách hàng, nhà cung cấp có thể cung cấp cho người dùng cuối các dịch vụ bổ sung như dịch vụ thông tin khách hàng (CIS), tự động quản lý công tơ (AMM), biểu giá theo thời gian sử dụng (TOU), dịch vụ giá trị gia tăng.

Công nghệ AMR cho phép các công ty phân phối có được cách nhìn tổng quan thực tế và chính xác hơn về tổng tiêu thụ năng lượng trong khu vực hoạt động của họ. Nhờ đó, các công ty phân phối có thể xác định các khu vực nghi ngờ nơi năng lượng tiêu thụ cao hơn dự kiến. Bằng cách này, hệ thống AMR cung cấp cho nhà phân phối một công cụ để phát hiện hành vi trộm cắp điện và xáo trộn điện lưới. Sử dụng AMR cũng dẫn đến giảm chi phí công đọc công tơ và những chuyến thăm định kỳ của nhân viên đọc công tơ là không còn cần thiết. Sử dụng kết quả đo trong thời gian thực của AMR tạo điều kiện cho một quá trình lập dự toán các hóa đơn. Khách hàng quan sát và quản lý tiêu thụ năng lượng của mình và làm giảm khả năng tranh chấp giữa các công ty phân phối và người sử dụng cuối của nó.

6.6.4. Phân loại các hệ thống AMR theo môi trường truyền thông

Một số môi trường truyền thông cho AMR

Các phương tiện truyền thông khác nhau ở việc xử lý trong các hệ thống AMR là:

- Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (PSTN): sử dụng các cặp dây trong mạch vòng thuê baovà dựa trên dịch vụ điện thoại.

- Vô tuyến nội hạt (WLL): nhóm môi trường truyền thông loại này bao gồm:
    + Mạng di động toàn cầu (GSM) hay còn gọi là điện thoại di động.
    + Mạng đa truy nhập phân chia theo mã hoặc CDMA.
- Kênh vô truyến dành riêng: Kết nối vô tuyến dành riêng được sử dụng cho AMR nhằm thực hiện những ứng dụng đo quan trọng như đo các đồng hồ tổng hoặc cho nhiệm vụ theo dõi từ xa.
- Cáp quang/cáp đồng trục: Tùy chọn này được sử dụng cho việc giám sát các trạm biến áp phụ nơi tải dữ liệu đủ lớn và phù hợp với các chi phí.
- Các tiêu chí lựa chọn môi trường truyền thông cho AMR.

Các đặc điểm sau đây của một phương tiện truyền thông sẽ được đánh giá khi lựa chọn các phương tiện truyền thông:

+ *Giá cả*

Các phương tiện thông tin truyền thông có hai thành phần chi phí. Đầu tiên là chi phí cố định, đó là phí mà nhà cung cấp dịch vụ muốn thu hồi chi phí cở sở hạ tầng riêng của mình không phụ thuộc vào cách sử dụng. Và các thành phần chi phí thứ hai là chi phí biến đổi, đó là chi phí tỷ lệ thuận với thời gian sử dụng. Mô hình hiện tại của hệ thống truyền thông hoạt động trong một cách kết nối với nhau và hầu hết các bên khởi xướng cuộc gọi bị tính phí. Trong khi lựa chọn một phương tiện truyền thông để kết nối các trạm đọc công tơ, các nhà phân phối phải so sánh kỹ lưỡng các chi phí khởi xướng cuộc gọi trong mỗi cách thức lựa chọn môi trường truyền. Tương tự, các phương tiện truyền thông ở bên phía đồng hồ, nơi mà sẽ chỉ được nhận cuộc gọi, nên được lựa chọn dựa vào nhà cung cấp dịch vụ có chi phí tối thiểu cố định.

+ *Độ tin cậy của truyền thông*

Các phương tiện thông tin truyền thông cần được đáng tin cậy và cần phải đảm bảo chất lượng về mặt thời gian. Ngoài ra toàn vẹn dữ liệu của nó cần được kiểm tra bằng cách yêu cầu sửa chữa sai sót hoặc kỹ thuật nào khác được triển khai cho mục đích này.

+ *Chống can thiệp*

Một trong những ứng dụng chính của AMR là "tuần tra từ xa", theo đó một người tiêu dùng được chú ý sẽ bị theo dõi về "thời gian thực" để đảm bảo rằng người tiêu dùng không làm xáo trộn đồng hồ hoặc việc cài đặt thiết bị đo. Đối với các ứng dụng như vậy, các phương tiện truyền thông cần được lựa chọn sao cho không dễ dàng truy cập được bởi người tiêu dùng hoặc của cộng đồng chung. Ví dụ đường dây

PSTN có thể bị cắt / hư hỏng hay bị lạm dụng điện bởi áp cao bởi bất kỳ ai khi nó được truy cập công cộng.

+ *Chống được ảnh hưởng gây ra bởi môi trường hay con người*

Các phương tiện thông tin truyền thông cần phải được kiểm tra bằng cách mô hình hóa tất cả các yếu tố mô hình và mô phỏng tác động của một trong những yếu tố trên lên các thành phần khác do trong môi trường hoặc do rối loạn nhân tạo gây ra. Ví dụ về xáo trộn môi trường, một thiết bị chiếu sáng dùng trên một đường PSTN có thể làm tổn hại đến các modem kết nối ở hai kết thúc. Tương tự, một lỗi mát xảy ra tại một trạm phụ có thể gây ra sự tăng điện áp mặt đất gây thiệt hại cho các thiết bị giao diện. Nói chung, phương tiện truyền thông dựa trên không dây miễn dịch hơn đối với cả hai loại rối loạn.

+ *Bảo mật*

Các phương tiện thông tin truyền thông cần phải có đủ an ninh tại lớp vật lý và lớp liên kết dữ liệu để ngăn chặn việc nghe trộm hoặc sửa đổi dữ liệu. Có rất nhiều nhà cung cấp dịch vụ cung cấp các cuộc gọi hạn chế mà nhờ đó một thuê bao mục tiêu không thể bị truy cập ngoại trừ người gọi đăng ký. Ngoài an ninh mạng, các nhà phân phối năng lượng nên hỏi thông tin từ các nhà cung cấp đồng hồ về các kỹ thuật an ninh năng lượng được nhúng vào trong đồng hồ đo năng lượng và các trạm đọc công tơ từ xa.

+ *Giao tiếp dễ dàng*

Có những lựa chọn môi trường thông tin liên lạc mà hội đủ điều kiện cho các thông số khác nhưng chi phí thực hiện giao diện quá tốn kém. Ví dụ mạng AMR dựa trên Internet vẫn là một sự lựa chọn xa vời vì cần thêm các phần cứng phụ trợ cho liên kết nối.

6.6.5. Triển khai AMR dựa trên mạng điện thoại công cộng (PSTN)

Một mạng điện thoại bắt đầu từ tài sản của các thuê bao. Đó là một cặp dây đồng chạy từ điện thoại của thuê bao tới một hộp (thường được gọi là cầu lối vào).

Mỗi dây được gọi là "Ring" và "Tip". Trong một hệ thống điện thoại hiện đại, hệ thống hoạt động cổ xưa đã được thay thế bằng tổng đài điện tử. Khi nhấc máy điện thoại, tổng đài phát hiện việc đóng mạch vòng thuê bao và cung cấp âm mời quay số sao cho bên chủ gọi hoặc modem biết rằng chuyển mạch và đường dây thuê bao đang làm việc. Âm mời quay số chỉ đơn giản là một sự kết hợp của dao động tần số 350 Hz và một dao động tần số 440 Hz. Ở phía tổng đài, các đường dây điện thoại được kết nối vào một modul giao tiếp đường dây thuê bao. Để cung cấp một cuộc gọi đến một người nào đó trong cùng một tổng đài, các chuyển mạch đơn giản chỉ tạo ra

một vòng lặp giữa các bên gọi và bị gọi. Nếu đó là một cuộc gọi đường dài, sau đó giọng nói được số hoá và kết hợp với hàng triệu tiếng nói khác/kênh dữ liệu trên mạng đường dài. Thoại/dữ liệu thường được truyền trên một đường cáp quang đến các tổng đài nằm trong khu vực bên nhận, nhưng nó cũng có thể được truyền qua vệ tinh hoặc bằng vi ba tùy thuộc vào các điều kiện lưu lượng và tnuật toán chuyển mạch.

Băng thông của mạng điện thoại

Để cho phép các cuộc gọi đường dài hơn được truyền tải, các tần số truyền được giới hạn băng thông khoảng 4.000 Hz. Tất cả các tần số trong giọng nói dưới 400 Hz và trên 3.400 Hz đều bị loại bỏ.

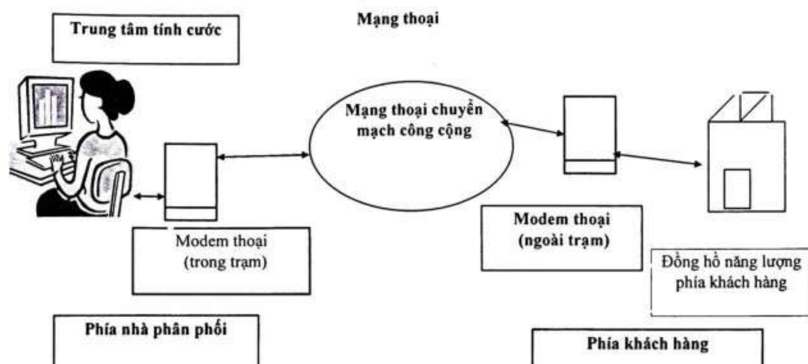
Thiết bị giao tiếp truyền thông: modem

Thuật ngữ "modem" là viết tắt của các từ điều chế - giải điều chế. Một modem thường được sử dụng để gửi dữ liệu số trên một đường điện thoại. Theo quy định, bất cứ khi nào một mạng lưới kỹ thuật số (các máy tính đọc công tơ của nhà phân phối điện) giao tiếp với một đường dây điện thoại analog hoặc ngược lại thì bắt buộc phải có một modem. Điều này có nghĩa rằng cũng cần thiết phải có môt modem kết nối giao diện đường dây điện thoại tương tự với đồng hồ điện tử đo năng lượng mà dữ liệu ban đầu là dạng số. Định nghĩa này giải thích tại sao một modem là không cần thiết cho ISDN (mạng tích hợp thuê bao kỹ thuật số) mà như tên gọi đã chỉ ra là hệ thống kỹ thuật số. Kiểm soát các modem sử dụng phần mềm đôi khi cần thiết. Máy tính sử dụng các lệnh AT để giao tiếp với modem. Lệnh tên AT đến từ thực tế là các "AT tiền tố" phải được đưa vào đầu của mỗi lệnh. Các lệnh AT có thể được dùng để chỉ huy các modem thực hiện các công việc khác nhau (quay số đến số quy định, ngắt kết nối đường dây, tạo bản tin trả lời của modem) và để thay đổi các thông số cấu hình modem.

AMR dựa trên PSTN

Hình 6-13 mô tả việc thiết lập một hệ thống đọc công tơ từ xa. Một trung tâm thu thập số liệu của nhà phân phối điện được kết nối với mạng điện thoại bằng cách sử dụng một modem giao diện. Để đơn giản, Hình 6-13 chỉ ra một người tiêu dùng đơn lẻ một đồng hồ đo năng lượng có khả năng AMR được kết nối với modem điện thoại. modem này được tiếp tục kết nối với mạng điện thoại địa phương.

Phần mềm tương thích chạy tại trung tâm phân phối điện sẽ quay số điện thoại của người tiêu dùng qua modem được kết nối. Sau khi nhận được cuộc gọi, modem của đồng hồ năng lượng đáp ứng bằng tín hiệu bắt tay. Bằng cách bắt tay, các modem ở cuối hoặc quyết định tốc độ truyền, và các giao thức kiểm tra lỗi khác.



Hình 6-13. Kiến trúc hệ thống AMR dựa trên PSTN

Một khi tín hiệu bắt tay được hoàn thành, trung tâm phân phối sẽ gọi lệnh đọc công tơ và từ đó dữ liệu từ công tơ được chuyển về máy tính tại trung tâm. Nếu cần thiết phải khảo sát tải công việc này cũng có thể thể được sắp xếp và có thể được thực hiện từ xa. Sau khi thực hiện các công việc đọc công tơ và khảo sát tải, phần mềm sẽ gửi các tín hiệu "Cảm ơn và Xong" đến công tơ của người dùng. Modem phía trung tâm sẽ ngắt đường truyền mà không lãng phí bất kỳ thời gian nào (tương đương với việc đặt máy điện thoại). Modem ở phía khách hàng cũng kết thúc sau khi nhận được tín hiệu đặt máy ở đầu xa.

Chia sẻ đường dây thoại cho AMR

Việc chia sẻ các đường dây điện thoại của người tiêu dùng để thực hiện việc đọc công tơ của các trung tâm phân phối thường hấp dẫn, nhưng không nên được sử dụng khi nhà phân phối không nhận ra những lợi ích nguyên thủy của AMR và toàn bộ những nỗ lực này sẽ đem lại một quan niệm lầm lẫn.

Các yêu cầu chú ý khi xây dựng AMR trên PSTN

Sau đây là một trong những biện pháp cần chú ý thực hiện trong khi triển khai hệ thống AMR sử dụng PSTN:

1. Không sử dụng các loại modem nội địa hoặc thương mại nếu chúng không có khả năng sử dụng liên tục và không được bảo vệ đầy đủ tránh được các tác động xấu của môi trường và con người.

2. Việc cung cấp điện của modem nên có một cách ly ít nhất là 6 kV để nó có thể chịu được các tác động thường xuyên trong môi trường công nghiệp.

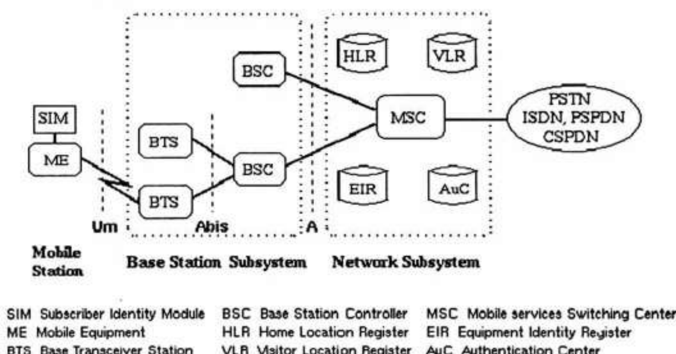
3. Việc cung cấp điện cho modem cần phải có một dải điện áp rộng để cho nó hoạt động đạt yêu cầu trong khoảng -40% đến 30% của tỷ lệ điện áp. Các khách hàng có tải liên tục như máy cán, lò hồ quang cần được chú ý trong việc cung cấp điện áp đảm bảo cho modem không bị ngắt kết nối.

4. Hai dây Ring và Tip của đường dây điện thoại nên có sự bảo vệ đầy đủ chống lại quá trình tăng của dòng "sai lệch". Ngoài ra, các modem và kết cuối đường điện thoại kết thúc phải được cách ly đầy đủ với đất.

5. Không cung cấp điện áp cho modem bằng nguồn lấy từ người tiêu dùng. Điều này sẽ làm cho việc cài đặt AMR trở nên không tin cậy. Các modem công nghiệp cho các nhà máy phải có điện áp cung cấp để có được cấu hình phù hợp với yêu cầu tùy theo lĩnh vực như 240 V, 110 V và 63 V.

6.6.6. Triển khai AMR thông qua truy nhập di động GSM

Kiến trúc mạng GSM



Hình 6-14. Kiến trúc mạng GSM

Một mạng GSM gồm một số các thực thể chức năng, có chức năng và giao diện được chuẩn hóa. Hình 6-14 cho thấy cấu hình của mạng GSM nói chung. Mạng GSM có thể được chia thành ba phần cơ bản.

1. Trạm di động (Mobile Station) là thiết bị luôn gắn với thuê bao: gồm thiết bị di động (ME) và modul nhận dạng thuê bao (SIM).

2. Phân hệ trạm gốc (Base Station Subsystem) điều khiển kết nối vô tuyến với trạm di động. Phân hệ trạm gốc bao gồm các trạm thu phát gốc (BTS) và bộ điều khiển các trạm thu phát gốc (BSC).

3. Phân hệ mạng (Network Subsystem) với phần chính trong đó là trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động (MSC), thực hiện việc chuyển đổi các cuộc gọi giữa những người sử dụng điện thoại di động, và giữa người sử dụng mạng di động và cố định. MSC cũng xử lý các hoạt động quản lý di động.

Máy điện thoại di động và các phân hệ trạm gốc giao tiếp thông qua giao diện Um, còn được gọi là giao diện vô tuyến hoặc liên kết vô tuyến. Phân hệ trạm gốc giao tiếp với trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động qua giao diện A.

Trạm di động

Máy di động (MS) bao gồm một thiết bị di động (đầu cuối) và một thẻ thông minh được gọi là modul nhận dạng thuê bao (SIM). SIM cung cấp tính di động cá nhân để người dùng có thể được tiếp cận với dịch vụ thuê bao không phân biệt với bất kỳ thiết bị kết cuối nào. Bằng cách gắn thẻ SIM vào một thiết bị đầu cuối GSM, người dùng có thể nhận cuộc gọi với thiết bị đó, thực hiện cuộc gọi từ đầu cuối đó, và nhận được các dịch vụ đăng ký khác. Các thiết bị di động được xác định duy nhất nhờ nhận dạng thiết bị di động quốc tế (IMEI). Thẻ SIM chứa nhận dạng thuê bao di động quốc tế (IMSI) dùng để nhận dạng thuê bao vào hệ thống, chứa một khóa bí mật để xác thực và các thông tin khác. Các IMEI và IMSI là độc lập do đó cho phép di động cá nhân. Thẻ SIM có thể được bảo vệ chống sử dụng trái phép bởi một mật khẩu hoặc số nhận dạng cá nhân (PIN).

Phân hệ trạm gốc

Phân hệ trạm gốc gồm có hai phần, các trạm thu phát gốc (BTS) và điều khiển trạm gốc (BSC). Các trạm thu phát gốc xác định một tế bào và thực hiện các giao thức liên kết vô tuyến với trạm di động. Trong một khu đô thị lớn cần triển khai một số lượng lớn BTS, do đó các yêu cầu cho một BTS là có tính vững chắc, độ tin cậy, tính di động và chi phí tối thiểu. Điều khiển trạm gốc quản lý các nguồn tài nguyên vô tuyến cho một hoặc nhiều BTS. Nó xử lý các việc thiết lập các kênh radio, nhảy tần và chuyển giao. BSC là cầu nối giữa trạm di động và trung tâm chuyển mạch dịch vụ di động (MSC).

Phân hệ mạng

Thành phần trung tâm của phân hệ mạng là trung tâm chuyển mạch các dịch vụ mạng di động (MSC). Nó hoạt động như một nút chuyển mạch thông thường của mạng PSTN hoặc ISDN và cung cấp tất cả các chức năng bổ sung cần thiết để xử lý một thuê bao điện thoại di động, chẳng hạn như đăng ký, xác thực, cập nhật vị trí, chuyển giao và định tuyến cuộc gọi đến một thuê bao chuyển vùng. Những dịch vụ

này được cung cấp cùng với một số các thực thể chức năng tạo thành phân hệ mạng. MSC cung cấp kết nối đến các mạng cố định (chẳng hạn như PSTN hoặc ISDN).

Thanh ghi định vị thường trú (HLR) và thanh ghi định vị tạm trú (VLR) cùng với MSC cung cấp việc định tuyến cuộc gọi và chuyển vùng khả năng của GSM. HLR bao gồm tất cả các thông tin quản lý của mỗi thuê bao đăng ký trong mạng GSM tương ứng cùng với vị trí hiện hành của điện thoại di động. Các vị trí của các điện thoại di động thường ở dạng địa chỉ báo hiệu của VLR liên kết với các trạm di động. Các thủ tục định tuyến thực tế sẽ được mô tả sau này. Chỉ có một HLR logic cho mỗi mạng di động GSM, mặc dù nó có thể được thực hiện như một cơ sở dữ liệu phân tán.

Giao tiếp truyền thông cho AMR trên GSM

Giống như đồng hồ năng lượng điện tử hoặc máy tính, GSM là một mạng truyền thông kỹ thuật số không cần một modem để kết nối với các thiết bị kỹ thuật số. Giao diện được sử dụng để giao tiếp một thiết bị kỹ thuật số với mạng GSM được gọi là một đầu cuối GSM. Một đầu cuối GSM điển hình có một thẻ SIM cố định, nguồn cấp và ăngten. Các thiết bị đầu cuối GSM có một cổng nối tiếp mà qua đó các dữ liệu có thể được truyền qua mạng GSM. Mạng GSM hỗ trợ cả truyền âm thanh và giao tiếp số liệu. Tuy nhiên, nó cần một sự nhận biết rõ ràng riêng biệt để xử lý hai loại dịch vụ. Số thuê bao đóng một phần quan trọng trong việc xác định loại dịch vụ. Có nghĩa là theo số thoại của bạn, bạn không thể nhận được dữ liệu. Đối với dịch vụ truyền số liệu, các nhà cung cấp dịch vụ sẽ cung cấp khi được thuê bao yêu cầu. Các nhà cung cấp dịch vụ sau đó ấn định một số dữ liệu riêng biệt cho. Bất kỳ thẻ SIM chưa được kích hoạt dữ liệu sẽ không làm việc cho AMR.

Các tốc độ truyền tối đa được hỗ trợ bởi mạng di động GSM là 9.600 bps. Các thiết bị đầu cuối GSM với thẻ SIM của nó phải được cấu hình cụ thể dựa trên các đặc tính truyền thông của đồng hồ để thiết lập một AMR. Thông thường, các thông tin cần thiết là tốc độ baud, chu kỳ đọc và khung dữ liệu.

Lợi ích của việc lắp đặt AMR qua GSM

Sự cạnh tranh trong lĩnh vực điện thoại di động không dây đã làm cho khách hàng được hưởng lợi. GSM đã trở thành ứng cử viên tiềm năng cho AMR. Sau đây là những lợi ích của hệ thống GSM AMR:

1. Truyền thông không dây, không cần hệ thống dây điện phức tạp và việc thiết lập có thể được thực hiện trong vài phút. Điều này có nghĩa rằng việc cài đặt AMR có thể được cài đặt lại nếu có nghi ngờ đối với một nhóm người tiêu dùng.

2. An toàn lắp đặt và do không dây nên rất khó để phá hoại. Do đó AMR dựa GSM là rất phù hợp để theo dõi người tiêu dùng theo mùa như các ngành công nghiệp đường, sắt thép, công nghiệp hóa chất muốn trộm điện vào thời gian có nhu cầu cao.

3. Chi phí: Các nhà cung cấp dịch vụ GSM có kế hoạch giảm giá cước linh hoạt số lượng lớn cho các tổ chức mua hơn 100 kết nối. Ngoài ra còn có một thông tin hữu ích trong kế hoạch về giá gọi là CUG hay nhóm người dùng thân thiện trong đó khuyến mại cho người dùng giao tiếp trong một nhóm gần gũi. Lợi ích của CUG là tránh được việc tham gia trái phép vào nhóm do đó loại trừ khả năng cố ý làm cho các kết nối "bận rộn" trong khi can thiệp trái phép vào đồng hồ.

6.6.7. AMR trên kênh vô tuyến công suất thấp (Low Power Radio)

Như trên đã chỉ ra, LPR công suất thấp có công suất đầu ra trong khoảng 1÷20 dBm được triển khai để đọc các đồng hồ khó truy cập. Sở dĩ chọn các thiết bị thu phát đầu ra công suất thấp vì chi phí thấp, sẵn có, được sự chấp nhận quốc tế và tuân thủ theo các quy định.

Sơ đồ khối hệ thống AMR dựa trên LPR

Sau đây là những thành phần cần thiết AMR dựa trên kênh vô tuyến công suất thấp:

1. Modul thu phát vô tuyến cho các đồng hồ hoạt động như một cơ cấu chấp hành đối với thiết bị đọc của người đọc đồng hồ.

2. Modul thu phát trong thiết bị đọc của người đọc đồng hồ hoạt động như một cơ cấu điều khiển trong mạng truyền thông.

3. Phần mềm đặc biệt trong thiết bị đọc của người đọc đồng hồ để quản lý mạng vô tuyến và thu thập dữ liệu đọc.

Nguyên lý hoạt động

Các đồng hồ sử dụng cho AMR dựa trên LPR có một bộ thu phát vô tuyến được trang bị bên trong nó như là một phần không thể thiếu. Bộ thu phát này lấy nguồn từ động hồ chủ. Các đồng hồ chủ chứa các thông tin về các kênh tần số có thể được sử dụng bởi nhà phân phối điện và thiết bị thu phát.

Các thiết bị đọc đồng hồ được kèm theo chức năng quản lý vô tuyến sao cho có thể thiết lập kết nối vô tuyến với đồng hồ và cung cấp dữ liệu về thiết bị đọc.

Có thể có nhiều đồng hồ hoạt động đồng thời trong một vùng lân cận và có thể gây ra xung đột dữ liệu. Để tránh được vấn đề này, phần điều khiển sẽ ra lệnh "quay số" đối với đồng hồ cụ thể và cùng lúc phát sóng quảng bá lệnh "im lặng" với các đồng hồ khác. Sử dụng nhảy tần, các thiết bị điều khiển vô tuyến có thể thu thập dữ liệu của các công tơ theo khuôn các gói tin. Nếu có sự cố ngắt kết nối làm mất gói tin, các gói này sẽ được yêu cầu truyền lại.

Giải pháp sử dụng sóng vô tuyến năng lượng thấp được áp dụng phổ biến tại Ấn Độ và sử dụng sáu kênh với việc nhảy tần số ngẫu nhiên. Hệ thống này được thiết kế sao cho đảm bảo hoạt động tốt trong phạm vi 100 m trong tầm nhìn thẳng. Tuy nhiên, có một số trường hợp vẫn hoạt động tốt với khoảng cách hơn 100 m trong khi quỹ đường truyền là thấp hơn với thiết kế. Hệ thống phù hợp với các thiết bị di chuyển và do đó thành công trong việc đọc đồng hồ trong thực tế đời sống.

Hệ thống này cung cấp một cơ chế toàn diện để lựa chọn đồng hồ đo. Có ba phương thức nhận được kết nối với đồng hồ.

Các mô hình hoạt động

- *Kết nối đến một đồng hồ cụ thể*

Trong chế độ này người đọc đồng hồ theo cần đảm bảo rằng đồng hồ mục tiêu ở xung quanh trong phạm vi vô tuyến. Người đọc đồng hồ sẽ nhập số seri của côngtơ trên giao diện thiết bị đọc đồng hồ (MRI) của mình và nếu đồng hồ có sẵn hoặc không thấy cũng sẽ được hiển thị trên màn hình MRI với một tin nhắn cụ thể là không tìm thấy. Một khi đồng hồ được tìm thấy, người đọc đồng hồ có thể thực hiện các hoạt động giống như có sẵn trong các AMR địa phương.

- *Kết nối đến một lịch trình đọc đồng hồ*

Người đọc đồng hồ chuẩn bị một lịch trình dự định đọc trong chuyến đi của mình. Lịch trình được lưu trong dụng cụ đọc đồng hồ. Những con số nối tiếp của các đồng hồ dự kiến đọc có sẵn trong vùng vô tuyến xung quanh sẽ được hiển thị trên màn MRI.

- *Tìm kiếm các đồng hồ trong vùng vô tuyến xung quanh*

Hệ thống LPR có một tùy chọn cao cấp mà trong đó các đồng hồ có sẵn trong phạm vi vô tuyến có thể được xác định. Các đồng hồ xác định được hiển thị trên màn hình MRI với cờ "đọc" trong trường hợp cùng được đọc và dữ liệu đọc được hiển thị trên MRI...

Lợi ích của hệ thống AMR dựa trên LPR

Sau đây là những lợi thế khác biệt AMR dựa trên LPR:

1. Đọc được các đồng hồ không thể tiếp cận như các đồng hồ lắp đặt tại nơi cao để chống can thiệp hoặc đồng hồ tại biến áp phân phối được lắp đặt tại một chiều cao an toàn để bảo vệ nó khỏi phá hoại.

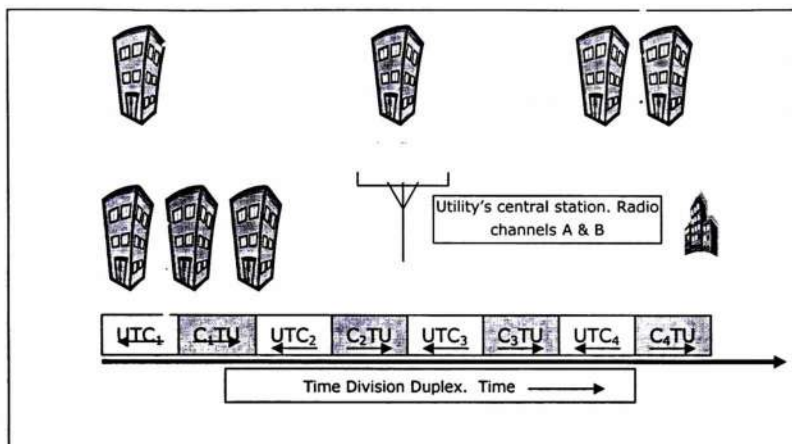
2. Đọc một loạt đồng hồ tại một khu vực công nghiệp từ một địa điểm trung tâm.

3. Thiết lập một trạm theo dõi không dây cho khu vực công nghiệp/khu vực dễ bị giả mạo.

4. Thu thập đọc đồng hồ trong tài sản đã bị khóa.

5. Đọc đồng hồ ở các khu vực không an toàn hoặc bị cấm.

6.6.8. AMR trên kênh vô tuyến công suất lớn (High Power Radio)



Hình 6-15. Nguyên lý của hệ thống AMR dựa trên kênh vô tuyến công suất lớn

Trong thời gian không xa các ngành công nghiệp cung cấp điện (ESI) sẽ có riêng băng tần vô tuyến điện dành riêng cho AMR của họ. Các nhà cung cấp điện nhờ đó có thể kết nối với 5.000 khách hàng hàng đầu hoặc các biến áp phân phối của mình trong một thành phố nhờ hệ thống AMR dựa trên sóng vô tuyến. Dù kênh vô tuyến công suất thấp hay cao đều có lợi ích của việc thiết lập kết nối ngay lập tức và cải thiện đáng kể thông lượng khi so sánh với các kết nối quay số. Những lợi ích của AMR dựa trên kênh vô tuyến công suất cao là:

1. Giảm đáng kể thời gian giữa quá trình đọc đồng hồ và phân phối hóa đơn. Điều này đem lại cải thiện lớn trong tính cước.

2. Có khả năng đọc đồng hồ tại trung tâm. Tiết kiệm về hậu cần.

3. Báo cáo hàng ngày về tiêu dùng và theo dõi, vì vậy dự báo chính xác về doanh thu.

4. Báo cáo hàng ngày và trộm điện, cúp điện. Không cần phải chờ đến cuối tháng.

5. Chi phí điều hành thấp hơn khi so sánh với "giao tiếp dựa trên cơ sở hạ tầng mạng thông tin sẵn có" như PSTN/GSM/CDMA...

Các chức năng của AMR dựa trên kênh vô tuyến công suất cao không khác nhiều so với AMR công suất ngoại trừ trường hợp ngoại lệ sau đây:

1. Mỗi đồng hồ sẽ được trang bị với một bộ thu phát RF công suất cao. Công suất chính xác cụ thể sẽ phụ thuộc vào độ nhạy thu phát của nhà phân phối điện. Yêu cầu công suất cung cấp có thể tăng tối đa 2÷3 W.

2. Các đồng hồ có thể có một ăngten định hướng và phải được gắn ở độ cao để nâng cao độ tin cậy của giao tiếp.

3. Trạm trung tâm của nhà phân phối tương ứng sẽ có một bộ thu phát mạnh, cột ăngten và các thiết bị đọc đồng hồ cụ thể sẽ được thay thế bằng một máy tính để thu thập dữ liệu hoàn toàn tự động và tạo ra các báo cáo.

Thành phần quan trọng để có được một thông tin hai chiều trên một kênh vô tuyến đơn là song công phân chia theo thời gian (TDD). TDD là một hình thức ghép kênh phân chia thời gian trong đó gán một khe thời gian cố định hữu ích dành cho "Nhà phân phối với khách hàng 1" (UTC1) và khe thời gian tiếp theo cho "Khách hàng 1 đến nhà cung cấp" (C1TU) khi giao tiếp diễn ra. Nếu dữ liệu vượt quá một khe thời gian thì sử dụng khe tiếp theo. Khi các dữ liệu từ người tiêu dùng 1 thu được, đồng hồ thứ hai tiếp tục được địa chỉ hóa bằng cách sử dụng nhận dạng của nó.

Kênh vô tuyến công suất cao có thể được cấu hình để làm việc 24 giờ một ngày và thậm chí có thể được cấu hình cho việc đọc ngẫu nhiên những nhóm khách hàng "đáng ngờ" có hành vi gian lận so với việc cài đặt.

Kênh vô tuyến công suất cao sẽ là một lợi ích thực sự cho các nhà phân phối và cung cấp điện. Vì vậy, các ngành công nghiệp nên nghiêm túc theo đuổi việc thành lập "thành phố AMR" dựa trên kênh vô tuyến công suất cao.

6.6.9. AMR qua kênh truyền thông điện lực (Power Line Communications)

Vấn đề trọng tâm của phần này là tìm ra một công nghệ rẻ tiền mà giá cả phù hợp có thể triển khai cho các ứng dụng đọc công tơ từ xa. Trong khi ngành công nghiệp năng lượng đã sử dụng truyền thông qua đường dây điện lực (PLCC) từ lâu. PLCC là hệ thống thông tin điểm tới điểm sử dụng một tần số sóng mang mà nhờ đó số liệu/giọng nói có tốc độ thấp được điều biến. PLCC rất phổ biến trong hệ thống công nghiệp của Ấn Độ, được sử dụng cho thoại khẩn cấp và mạng SCADA. Hơn nữa PLCC giảm được các thiết bị đầu cuối đắt tiền gây khó khăn khi triển khai việc đọc công tơ từ xa.

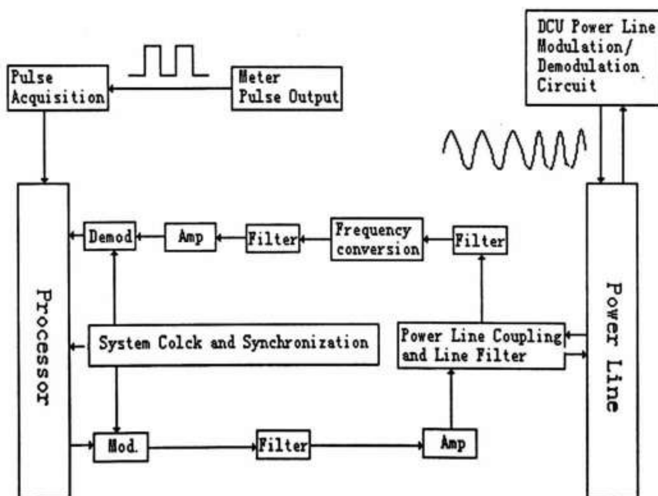
Công nghệ được thảo luận trong chương này là truyền thông qua đường điện lực dựa trên mạng lưới phân phối.

Sơ đồ khối cơ bản

Mô hình của một hệ thống AMR dựa trên PLC được giải thích ở đây (hình 6.17) áp dụng cho một kịch bản mà các đồng hồ cá nhân sẽ cung cấp số liệu của mình cho một bộ tập trung dữ liệu được cài đặt trong biến áp phân phối. Một bộ tập trung dữ liệu là cần thiết ở bên LT bởi vì hầu hết các tín hiệu PLC không thể vượt qua biến áp.

Hệ thống tự động đọc công tơ từ xa (AMR) là một hệ thống mạng điều khiển đa cấp. Hệ thống mạng bao gồm một trạm máy chủ trung tâm (HCS), các đơn vị tập trung dữ liệu (DCU) và đơn vị giao tiếp đồng hồ (MIU).

Các thiết bị truyền thông cho hệ thống truyền thông PLC là một modem điện lực tích hợp (PLM) truyền và nhận dữ liệu trên đường dây điện. Cả MIU và các DCU đều có các PLM. Các dòng dữ liệu nhị phân được gửi vào một sóng mang bằng kỹ thuật điều chế. Tín hiệu này sau đó được gửi đường dây điện nhờ PLM. Ở đầu thu, một PLM phù hợp sẽ phát hiện tín hiệu và chuyển đổi nó trở lại một luồng dữ liệu nhị phân. Các PLM hoạt động trong một chế độ bán song công hai chiều và đa truy nhập phân chia theo thời gian. Thông tin hai chiều giữa DCU và MIU là cần thiết trong việc thiết lập một kênh truyền thông phù hợp, đồng bộ hệ thống và báo cáo trạng thái.

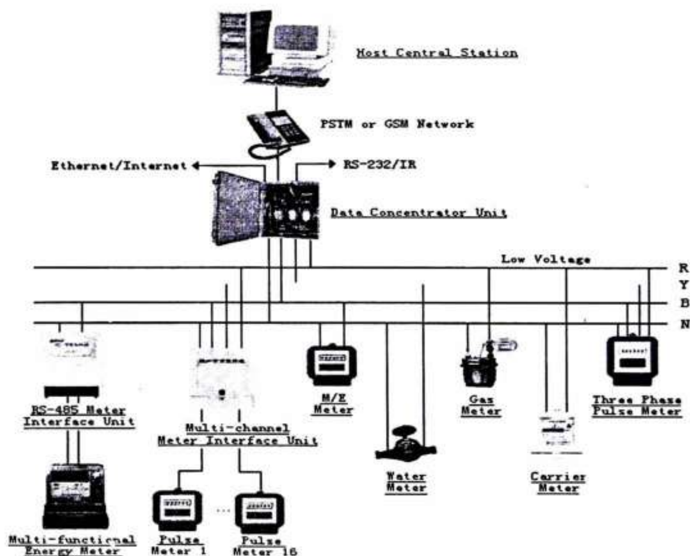


Hình 6-16. Nguyên lý cơ bản của PLC

Trong AMR, tốc độ truyền dẫn không phải là một mối quan tâm lớn mà là độ tin cậy. Tốc độ truyền dữ liệu của kênh PLC được đặt ở 600 bps để đảm bảo thông tin liên lạc trên một tuyến truyền dẫn dài hơn và giảm lỗi truyền dẫn. Mỗi MIU cũng được trang bị chức năng của một bộ lặp. Nếu cần, các DCU có thể chỉ định bất kỳ một MIU nào đó trong phân hệ phụ là một trạm lặp để tăng cường khả năng liên lạc với một MIU cụ thể. Cùng với kỹ thuật nhạy cảm trong phát hiện các tín hiệu và kỹ thuật số kỹ thuật lọc tinh vi, truyền thông trên PLC có thể giảm được rất lớn ảnh hưởng của nhiễu điện và xuyên âm.

Quá trình thu thập dữ liệu đo

MIU là một thiết bị thông minh có thể thu thập xử lý ghi dữ liệu điện năng tiêu thụ thu được từ đồng hồ đo điện. Nó lấy xung đầu ra của đồng hồ và chuyển đổi đo lường của đồng hồ sang một định dạng kỹ thuật số thích hợp cho việc xử lý dữ liệu. Vì vậy nó có thể theo dõi tải điện trong thời gian thực. MIU lưu các dữ liệu thu thập được trong bộ nhớ không mất thông tin. Tất cả dữ liệu và các thiết lập được bảo vệ chống lại việc mất điện.



Hình 6-17. Kiến trúc mạng AMR-PLC

Dữ liệu được lưu trữ trong MIU được truyền đến DCU thông qua đường dây điện nhờ các PLM. Quá trình liên lạc được khởi xướng bởi các DCU thăm dò các MIU

bằng cách gọi địa chỉ của nó. Trong hầu hết trường hợp, giao tiếp DCU với máy chủ trung tâm ở xa thông qua một modem tiêu chuẩn bằng mạng điện thoại hoặc GSM.

Tại Ấn Độ, rất nhiều các hệ thống PLC được thử nghiệm nhưng gặp thất bại và không đạt được đến yêu cầu mong đợi do môi trường nhiễu điện. Thứ hai, công nghệ này là nhằm cho các khách hàng một pha hoặc người tiêu dùng thu nhập mà đối với họ chi phí cho việc đọc công tơ không phải là vấn đề quan trọng. Ngay cả đối với các nhà phân phối có mạng lưới phân phối tốt nhất hệ thống PLC dựa trên các tần số cao cũng không được thực hiện.

Chương 7

TÍNH TOÁN LÝ THUYẾT HỆ THỐNG THU THẬP TỪ XA

7.1. Các khái niệm cơ bản của một hệ thống đo lường và điều khiển từ xa

Hệ thống đo lường và điều khiển xa là các hệ thống đo và truyền số liệu ở khoảng cách xa bao gồm các quá trình đo, kiểm tra và điều khiển từ xa, ta gọi chung là hệ thống điều khiển xa (DMCS).

Định nghĩa: DMCS là các hệ thống đo lường, điều khiển tự động ở khoảng cách xa nhờ việc truyền số liệu qua kênh liên lạc. Quá trình đo từ xa thường con người không tham gia trực tiếp mà tiến hành một cách tự động. Khi thiết kế một hệ thống đo lường và điều khiển từ xa, điều quan trọng nhất là làm sao bảo đảm sai số là nhỏ nhất. Ở đây sai số gây ra do sự suy giảm và do nhiễu gây ra. Các hệ thống DMCS khác nhau phụ thuộc vào cách tạo tín hiệu, đó là tín hiệu điều chế hoặc tín hiệu mã hoá.

Việc lựa chọn các phương pháp điều chế trong DMCS có liên quan đến các thông số của kênh liên lạc. Ngày nay việc truyền tín hiệu đi xa thường sử dụng thông tin quang. Tín hiệu truyền đi dưới dạng ánh sáng truyền theo cáp quang. Kỹ thuật thông tin quang chiếm một ưu thế lớn trong thông tin liên lạc cũng như điều khiển từ xa vì khả năng truyền dẫn lớn và chống nhiễu tốt.

Các dây liên lạc: phụ thuộc vào khoảng cách mà người ta chọn các dây liên lạc khác nhau sao cho phù hợp và đảm bảo tính kinh tế kỹ thuật.

Ví dụ 7-1

Từ 3 - 7 km: đường dây trên không;

Từ 7- 20 km: đường dây cáp.

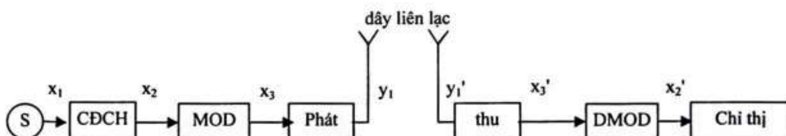
Sai số thường phụ thuộc vào sự biến động các thông số của kênh liên lạc vì điện trở của dây dẫn phụ thuộc vào nhiệt độ. Nếu nhiệt độ trong khoảng $-40^oC \div 40^oC$ thì điện trở dây dẫn thay đổi trong khoảng 37%. Sự thay đổi này dẫn đến sai số rất đáng kể khi truyền tín hiệu.

Trong các hệ thống tần số và mã xung, sự thay đổi này không gây sai số cho quá trình truyền dẫn.

Trong công nghiệp đo lường và điều khiển người ta thường sử dụng ba nhóm thiết bị truyền dẫn xa như sau:

- Nhóm với sự điều chế tần số và tần số xung gọi là hệ thống tần số.
- Nhóm với sự điều chế độ rộng xung và thời gian xung gọi là hệ thống thời gian.
- Nhóm với sự điều chế mã xung gọi là hệ thống số.

Sơ đồ khối như sau:



Hình 7-1. Sơ đồ khối một hệ thống thu thập từ xa

Hệ số khuếch đại của từng khâu:

$$K_1 = \frac{x_2}{x_1}; K_2 = \frac{x_3}{x_2} \quad (7\text{-}1)$$

Hệ số khuếch đại cả hệ thống:

$$K = K_1.K_2... \quad (7\text{-}2)$$

Trong hệ thống đo xa ta quan tâm đến sự thay đổi hệ số truyền từng khâu một:

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\Delta K_1}{K_1} + \frac{\Delta K_2}{K_2} + ... \quad (7\text{-}3)$$

Sai số của cả hệ thống bằng tổng sai số của các khâu:

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + ... \quad (7\text{-}4)$$

Thông thường γ giới hạn trong khoảng phạm vi cho phép nào đó.

Kinh tế: Trong DMCS thì khâu đắt nhất trong hệ thống là dây liên lạc, vì vậy kinh tế nhất là thường sử dụng một đôi dây liên lạc nhưng truyền đi nhiều kênh và nhiều chức năng (thường phân kênh theo thời gian có nghĩa là chuyển tín hiệu liên tục thành các tín hiệu ngắt quãng theo thời gian và phải tính toán sao cho khi khôi phục lại tín hiệu đảm bảo sai số cho trước).

Với hệ thống tần số, hệ thống thời gian (hệ thống tương tự)

Quan hệ giữa tín hiệu đầu ra và đầu vào là một hàm liên tục và quan hệ giữa tín hiệu đo và độ sâu của điều chế $M = \varphi(x)$ là một hàm liên tục. Trong phần lớn trường hợp hàm này là một hàm tuyến tính $M = K.x$ (với K là hằng số). Không có việc lượng tử hoá theo mức nhưng có thể rời rạc hoá theo thời gian.

Với hệ thống số

Sử dụng vừa lượng tử hoá theo mức, vừa rời rạc hoá theo thời gian. Ta sử dụng điều chế mã xung. Các hệ thống này thường được truyền dưới dạng mã cơ số 2. Hệ thống số có ưu điểm sau:

- Có thể sử dụng máy tính số để ghi, in ra các kết quả bằng số.
- Có độ tin tưởng cao hơn, nghĩa là độ chống nhiễu tốt hơn nhờ việc sử dụng các mã kiểm tra và mã sửa sai và việc gia công số liệu sẽ ít gây ra sai số. Việc truyền số liệu dưới dạng số theo cáp quang có độ chính xác cao hơn.

Ngày nay các hệ thống tương tự chỉ sử dụng khi đối tượng đo là đơn giản, số lượng các kênh thông tin không lớn, đòi hỏi thiết bị đo đơn giản. Kỹ thuật hiện đại ngày càng sử dụng phương pháp số. Thiết bị phức tạp nhưng có độ chính xác cao hơn.

Đứng trên toàn cục người ta thường kết hợp hệ thống đo với các hệ thống điện tín và thông tin liên lạc khác.

7.2. Các đặc tính quan trọng nhất của hệ thống đo lường điều khiển từ xa

7.2.1. Sai số

Sai số là một đặc tính quan trọng nhất của DMCS, sai số là độ sai lệch giữa đại lượng đo được và đại lượng thực.

Sai số tuyệt đối:

$$\Delta = \max(x - x_0) \quad (7\text{-}5)$$

Với: x_0 : đại lượng thực;

x : đại lượng đo được.

Sai số tương đối:

$$\gamma\% = \frac{\Delta}{x}\% \approx \frac{\Delta}{x_0}\% \quad (7\text{-}6)$$

Sai số tương đối quy đổi:

$$\gamma\% = \frac{\Delta}{x_{max} - x_{min}} \quad (7\text{-}7)$$

Với: x_{max} : giá trị lớn nhất có thể có;

x_{min} : giá trị nhỏ nhất có thể có.

Phân loại sai số:

- *Sai số cơ bản:* là sai số được xét trong điều kiện tiêu chuẩn (ví dụ các điều kiện như điện áp, tần số, nhiệt độ môi trường 20 ± 3°C, độ ẩm 30 ÷ 80%, không có tác động bên ngoài như từ trường, điện trường). Sai số cơ bản được xét chủ yếu là do nguyên lý làm việc, cấu trúc và công nghệ chế tạo của DMCS.

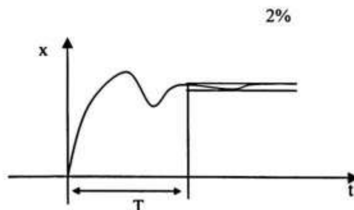
- *Sai số phụ:* Sai số phụ sinh ra do điều kiện làm việc khác điều kiện tiêu chuẩn. Nghĩa là do sự biến động của điện áp, tần số nguồn cung cấp, sự biến động của nhiệt độ môi trường, của từ trường ngoài cũng như sự thay đổi thông số của các kênh liên lạc và sự xuất hiện của nhiễu.

- Nếu hệ thống có n khâu nối tiếp thì sai số tổng bình quân phương là:

$$\delta_{\sum bqp} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \delta_i^2} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + ... + \delta_n^2} \quad (7\text{-}8)$$

7.2.2. Độ tác động nhanh

Đó là thời gian xác lập số chỉ của thiết bị đo, nghĩa là khoảng thời gian T giữa thời điểm biến thiên đột ngột đại lượng đo và thời điểm mà dụng cụ đo đạt tới số chỉ xác lập.



Hình 7-2. Độ tác động nhanh của việc lấy tín hiệu

7.2.3. Sai số động

Vì tồn tại quá trình quá độ mà giá trị cần đo có thể lệch khỏi giá trị thực, sai số gây ra do quá trình quá độ được gọi là sai số động. Nguyên nhân gây ra là do có các khâu

lọc, quán tính, tích phân trong hệ thống. Trong các hệ thống số thường do quá trình rời rạc hóa, lượng tử hoá, mã hoá...

Ví dụ như sai số do lượng tử hoá:

$$\sigma \leq \frac{0,29\Delta x}{x_{max} - x_{min}} \qquad (7\text{-}9)$$

Δx là một bước lượng tử.

$$\frac{x_{max} - x_{min}}{\Delta x} = n \qquad (7\text{-}10)$$

Vậy ta có:

$$\sigma \leq \frac{0,29}{n} \qquad (7\text{-}11)$$

Với n: số bước lượng tử.

7.2.4. Sự cộng tín hiệu

Trong các hệ thống kiểm tra và điều khiển từ xa thì xuất hiện một loạt các bài toán trong đó có việc cộng tín hiệu đo ở phần thu hoặc phần phát. Ví dụ đo công suất tổng, tổng lưu lượng nước... Thường thì cộng tín hiệu ở phần phát để giảm số lượng kênh truyền.

Giả sử có các tín hiệu đo: $A_1, A_2, A_3, ... A_n$ được biến đổi thành $x_1, x_2, x_3, ... x_n$

Nếu các thiết bị đo là tuyến tính:

$$\begin{aligned} x_1 &= \varphi(A_1) = K_1 A_1 \\ x_2 &= \varphi(A_2) = K_2 A_2 \\ &\dots \\ x_n &= \varphi(A_n) = K_n A_n \end{aligned}$$

Nếu: $K_1 = K_2 = ... = K_n$ thì việc cộng tín hiệu:

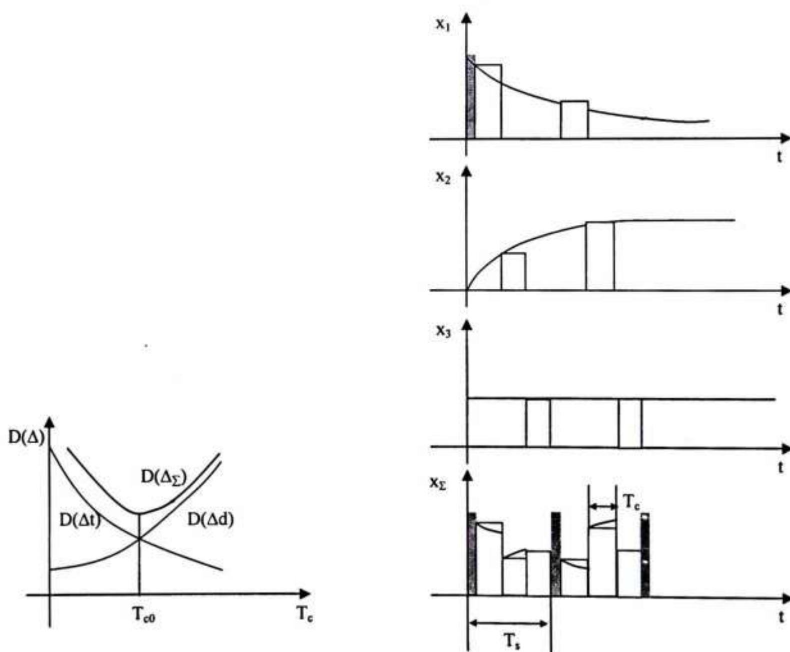
$$x_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} x_i = K \sum_{i=1}^{n} A_i \qquad (7\text{-}12)$$

Trong thực tế để thực hiện phép cộng này ta sử dụng tín hiệu trung gian: ví dụ như điện áp, dòng điện, số xung... Ngoài ra có thể sử dụng các cách khác như lấy tổng dùng các phần tử điện trở, điện dung, điện cảm...

Ngày nay thường sử dụng thiết bị xử lý hoặc máy tính để thực hiện các phép cộng đó trước khi truyền qua kênh liên lạc.

7.3. Lựa chọn tối ưu chu kỳ rời rạc hoá trong hệ thống đo lường và điều khiển từ xa

Trong hệ thống đo lường và điều khiển từ xa thì độ tác động nhanh phụ thuộc chủ yếu vào thông số của kênh liên lạc. Giải tần của kênh liên lạc được ấn định trước Δf, cường độ nhiễu là S_0. Độ dài tín hiệu đo x_i cần phải được ấn định T_c. Độ dài đó càng lớn thì việc truyền giá trị x_i càng ít bị sai lệch có nghĩa là càng chính xác, như vậy sai số tĩnh càng nhỏ. Tuy nhiên khi tăng độ dài mỗi tín hiệu T_c dẫn tới tăng thời gian lặp lại (chu kỳ T_s).



Hình 7-3. Chu kỳ rời rạc hóa trong điều khiển xa

Gọi: T_c: thời gian tồn tại một tín hiệu;

T_s: chu trình lặp lại của tín hiệu;

$$T_s = nT_c + lT_c \quad \text{(thường } l = 1\text{)};$$

$$T_s = (n+1)T_c.$$

T_c càng lớn thì sai số tĩnh Δt càng nhỏ.

T_c càng lớn kéo theo sai số động tăng (sai số của quá trình rời rạc hóa).

Xét sai số tổng:

$$\Delta_{\sum} = \Delta d + \Delta t$$

$$D(\Delta_{\sum}) = D(\Delta d) + D(\Delta t) \tag{7-13}$$

Vấn đề là phải tìm được biểu thức phương sai của sai số tổng cho phép và tìm được T_c tối ưu (đảm bảo sai số nhỏ nhất).

Như vậy, nếu biết trước số lượng kênh, đặc tính động của tín hiệu, các thông số của kênh liên lạc, đặc tính nhiễu từ đó ta tìm được T_{c0} trong điều kiện tối ưu. Nếu cho trước sai số thì ta cho sai số đó bằng sai số min sau đó tính ngược lại.

7.4. Tính toán các thông số của hệ thống thu thập dữ liệu xa bằng phương pháp số

Để truyền tín hiệu đi xa, có thể dùng tín hiệu tương tự hoặc số, tuy nhiên hiện nay người ta chủ yếu sử dụng phương pháp số nên ta chỉ tính toán cho trường hợp này.

7.4.1. Cấu trúc của hệ thống truyền xa số

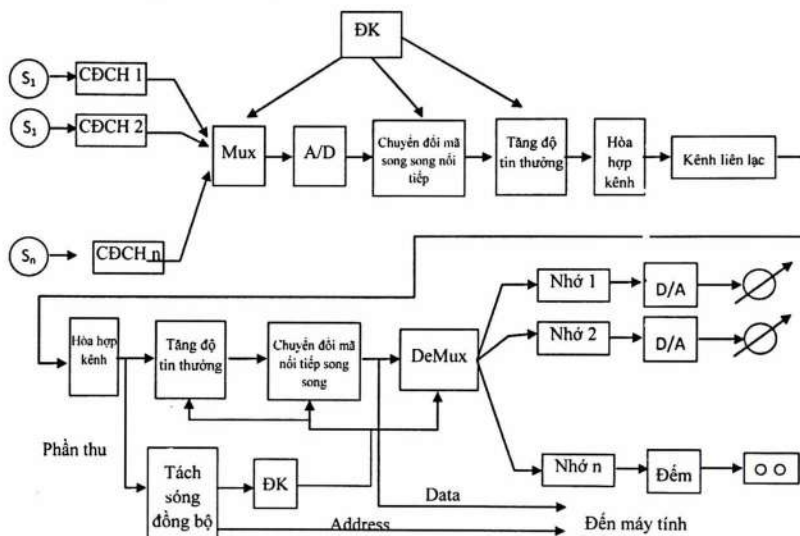
Trong hệ thống này các đại lượng đo được biến thành điện áp, sau đó điện áp biến thành tín hiệu số và truyền lên kênh liên lạc. Hệ thống có n kênh theo n tín hiệu đo.

Sơ đồ cấu trúc của một hệ thống nhiều kênh liên lạc được biểu diễn như hình 7-4:

- Chuyển đổi mã song song nối tiếp: là chuyển đổi mã song song của đại lượng đo thành những tập hợp mã nối tiếp nhau để truyền vào đường dây liên lạc.
- Bộ tăng độ tin tưởng là phần để xử lý các mã nối tiếp đi qua nó nhằm loại bỏ những mã bị sai lệch trước khi truyền vào kênh liên lạc. Ví dụ mã sửa sai.
- Bộ tạo xung đồng bộ: để tạo ra những xung đồng bộ đặc biệt, thường dưới dạng mã ở đầu mỗi chu kỳ.
- Bộ điều khiển: thường là µP, hay máy tính để điều khiển sự làm việc của cả hệ thống.

Tại phần thu có:

- Bộ tăng độ tin tưởng thì người ta dùng mã sửa sai, nếu phát hiện tập hợp mã nào đó bị sai nó sẽ cấm không cho ra thông tin để đi vào bộ phân kênh cho đến khi khôi phục lại mã đúng.
- Bộ tách sóng đồng bộ: phát hiện các tín hiệu đồng bộ để đánh dấu thứ tự các kênh đồng bộ theo chu trình đo. Ngoài ra thông tin có thể đưa vào máy tính theo 2 bus, 1 bus số liệu và 1 bus địa chỉ.



Hình 7-4. Cấu trúc của hệ thống truyền số liệu từ xa bằng phương pháp số

7.4.2. Lựa chọn tối ưu chu kỳ rời rạc hóa của hệ thu thập nhiều kênh

Việc lựa chọn tối ưu các thông số được thực hiện từ điều kiện sai số tổng là min. Sai số tổng bằng tổng của sai số tĩnh cộng sai số động. Thông số cơ bản của hệ thống để xác định sai số là số dãy mã k. Bởi vì khi thay đổi số dãy mã k sẽ dẫn đến thay đổi T_c và T_s cũng như sai số tĩnh và sai số động. Nhiệm vụ của ta là tìm T_{c0} là thời gian lấy mẫu tối ưu.

Để đảm bảo truyền được tín hiệu, thời gian trung bình để truyền 1 bit phải nhỏ hơn thời gian máy tính nhận 1 bit từ mã của vi điều khiển là: $1/19200 = 5{,}2.10^{-5}$ (s). Vậy ta thiết kế thời gian truyền 1 bit là: $5{,}2.10^{-5}$(s).

Đối với hệ thu thập nhiều kênh, thời gian lấy mẫu là tổng thời gian của các kênh cộng với bit đánh dấu:

$$T_s = (n + l)T_c \qquad (7\text{-}14)$$

T_s: thời gian chu kỳ lặp lại của Mux hay thời gian lấy mẫu của các kênh.

l: xung đánh dấu, thường lấy $l = 1$.

Khi đóng khung để truyền tin thì khung truyền gồm k bit dữ liệu, 1 bit start, 1 bit stop, 1 bit parity (chẵn lẻ - bit kiểm tra); vậy ta có:

$$T_c = (k + 3)T_t \qquad (7\text{-}15)$$

Với k : số dãy mã; T_t: độ dài một xung truyền.

Từ công thức (7.14) và (7.15) ta có:

$$T_s = (n + 1)(k + 3)T_t \qquad (7\text{-}16)$$

Phương sai của sai số tổng được tính theo biểu thức:

$$D(\Delta_\Sigma) = \frac{1}{3.2^{2(k+3)}} + \frac{1}{3}\left[\frac{\omega_{gh}(n + l)}{12\Delta f}\right]^2 (k + 3)^2 \qquad (7\text{-}17)$$

Trong đó: ω_{gh}: tần số giới hạn của tập thông tin cần thu thập;

Δf: dải thông của kênh liên lạc;

n là số kênh cần thu thập;

l thường bằng 1; $f_{min} = 0$.

Sai số truyền dẫn là:

$$\gamma = \sqrt{D(\Delta_\Sigma) = \frac{1}{3.2^{2(k+3)}} + \frac{1}{3}\left[\frac{\omega_{gh}(n + 1)}{12\Delta f}\right]^2 (k + 3)^2} \qquad (7\text{-}18)$$

Để tìm số dãy mã k tối ưu ta lấy đạo hàm biểu thức sai số theo k, cho đạo hàm bằng 0, giải ra ta được k_0 tối ưu. Sau khi tìm được k_0 ta phải tìm sai số tổng và so sánh với sai số cho phép, nếu không thoả mãn ta phải giảm n hoặc tăng Δf và tính lại từ đầu.

Cách giải gần đúng tìm k_0:

Ta thường dùng phương pháp rời rạc, cho k chạy từ 1 và tăng dần để lựa chọn một giá trị sai số nhỏ nhất. Ta có thể lập trình để tính sai số theo các công thức (7.17), (7.18) sau đó ta lập bảng để xác định sai số tối thiểu (cần chú ý rằng k là một số tự nhiên).

Ví dụ 7-2:

Chọn dãy mã tối ưu k để có sai số nhỏ nhất cho một hệ thống thu thập số liệu với các thông số như sau:

- Dải thông của kênh liên lạc $\Delta f = 1$ MHz;
- $f_{gh} = 50$ Hz;
- Số kênh đầu vào: n = 6;
- Sai số yêu cầu: $\gamma_0 = 1\%$.

Bài giải:

Tiến hành lập trình tính γ theo các công thức trên, ta được kết quả như bảng sau:

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9
γ	0,036087	0,018049	0,009043	0.004571	0,002409	0,001476	0,001199	0,001197	0,001277
k	10	11	12	13	14	15	16	17	18
γ	0,001377	0,001481	0,001587	0,001692	0,001798	0,001904	0,002010	0,002116	0,002221

- Từ kết quả tính toán, ta có nhận xét:

Sai số sẽ giảm dần khi tăng k từ 1 trở lên. Khi $k = k_0 = 8$ thì γ đạt cực tiểu.

Với: $\gamma_0 = 0{,}0012$; $\gamma_0 = 0{,}12\%$. Sau đó nếu ta tiếp tục tăng k thì sai số γ lại tăng lên.

- Thời gian truyền một khung tối ưu là:

$$T_{c0} = (k+3).T_t = (8+3).5{,}2.10^{-5} = 0{,}57.10^{-3} = 0{,}57 \text{ (ms)}$$

- Thời gian một chu kỳ lấy mẫu:

$$T_{s0} = T_{c0}(n+1) = 0{,}57(6+1) = 4 \text{ (ms)}$$

Như vậy với 6 kênh thu thập số liệu và truyền đi xa bằng phương pháp số, số bit cần truyền là k = 8; sai số lấy mẫu nhỏ nhất là 0,12%.

Chú ý: Thực tế khi thiết kế dải thông của kênh liên lạc ta cũng phải lựa chọn mà không biết trước. Vì vậy thường người ta chọn một giá trị Δf nào đó và tiến hành tính toán sai số như trên, nếu không thỏa mãn thì phải thay đổi số kênh liên lạc (n) ở đầu vào.

Ví dụ 7-3:

Cho một hệ thống thu thập số liệu và truyền đi xa bằng phương pháp số, có các thông số cụ thể như sau:

- Dải thông của kênh liên lạc: $\Delta f = 0,5$ MHZ;
- Tần số giới hạn $f_{gh} = 200$ Hz;
- Sai số yêu cầu: $\gamma_0\% = 1,0\%$

Giả thiết số kênh đầu vào ban đầu: n = 120;

Yêu cầu: Chọn dãy mã tối ưu k để có sai số nhỏ hơn sai số yêu cầu:, sau đó tính thời gian truyền 1 khung tối ưu; thời gian 1 chu kỳ lấy mẫu.

Nếu sai số không đảm bảo thì giảm số kênh n cho phù hợp và tính lại từ đầu sao cho đạt sai số yêu cầu.

Bài làm : Ta tiến hành lập trình tính γ theo công thức (7-18), ta được kết quả như bảng sau :

k	1	2	3	4	5	6
γ	0,C6872	0,0753	0,08820	0,10246	0,1170	0,13161
k	7	8	9	10	11	12
γ	0,1462	0,1608	0,1700	0,1900	0,2047	0,2193

Ta thấy, khi tăng k từ 1 trở lên, sai số tăng dần, sai số lấy mẫu nhỏ nhất $\gamma_0 = 0,06872$; $\gamma_0\% = 6,8872\%$. Vì vậy không thỏa mãn điều kiện $\gamma_0\%$ không lớn hơn 1,0%. Vì vậy ta phải giảm số kênh liên lạc n ở đầu vào.

Giả sử chọn n = 9

Tiến hành tính toán lại và được kết quả như sau :

k	1	2	3	4
γ	0,0364	0,01902	0,01157	0,00958
k	5	6	7	8
γ	0,009928	0,01093	0,01221	0,01329

Từ kết quả tính toán ta có nhận xét :

- Sai số sẽ giảm dần khi tăng k từ 1 trở lên. Khi $k = k_0 = 4$ thì γ đạt cực tiểu. Nếu tiếp tục tăng k thì γ lại tăng, vậy ta chọn k = 4.
- Với k = 4, $\gamma_0 = 0,00958$; $\gamma_0\% = 0,958\%$.

- Thời gian truyền một khung tối ưu là:
- $T_{co} = (k + 3) \times T_t = (4+3).5,2 \times 10^{-5} = 0,36$ (ms)
- Thời gian một chu kỳ lấy mẫu là:
- $T_{so} = T_{co}(n + 1) = 0,36 \times (9 + 1) = 3,6$ (ms)
- Như vậy với 9 kênh thu thập số liệu và truyền đi xa bằng phương pháp số, số bit cần truyền là k = 4, sai số lấy mẫu nhỏ nhất là 0,958%.

Chương 8

MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC TRUYỀN TIN

8.1. Khái niệm chung

Các phương pháp nâng cao độ chính xác truyền tin có hai hướng.

Hướng thứ nhất:

Đưa phần dư vào mã (dùng mã chống nhiễu) các loại mã này được truyền trong các kênh một chiều, có nghĩa là không có kênh ngược.

Cách này có nhược điểm là muốn tăng khả năng phát hiện và sửa sai của mã thì phải tăng phần dư và chiều dài mã, do đó cấu tạo của mã phức tạp và thiết bị mã hóa, dịch mã cũng phức tạp.

Hướng thứ hai:

Dùng các mã tương đối đơn giản kết hợp với hệ thống có kênh ngược, nhờ hệ thống kênh ngược nên có thể thực hiện được nhiều thuật toán truyền tin nhằm nâng cao độ chính xác.

Các hệ thống có kênh ngược được chia làm ba loại chính:

+ Hệ thống có kênh ngược quyết định.

+ Hệ thống có kênh ngược tin tức.

+ Hệ thống có kênh ngược hỗn hợp.

- Trong hệ thống có kênh ngược quyết định: thường dùng các loại mã phát hiện sai hay có thể các loại mã sửa sai nhưng bậc không cao. Ở phía thu tiến hành kiểm tra sai trong từ mã. Nếu không có sai, thì bộ thu truyền theo kênh ngược về bộ phát, tín hiệu quyết định "đúng". Nhận được tín hiệu đúng, bộ phát sẽ truyền từ mã tiếp theo. Nếu có sai thì bộ thu xóa từ mã nhận được (có sai) và truyền về bộ phát tín hiệu "nhắc lại". Nhận được tín hiệu "nhắc lại" bộ phát sẽ lặp lại từ mã vừa được

truyền. Quá trình này lặp lại mãi cho đến khi bộ phát nhận được tín hiệu "đúng" thì thôi, sau đó bộ phát sẽ chuyển sang truyền từ mã tiếp theo.

- Trong hệ thống có kênh ngược tin tức: Bộ thu sau khi nhận được từ mã truyền đến từ kênh thuận thì ghi lại từ mã đó, đồng thời truyền từ mã nhận được trở về bộ phát theo kênh ngược. Nhận được từ mã vừa truyền về, bộ phát so sánh với từ mã đã truyền đi, nếu hai từ mã trùng nhau thì không có sai và bộ phát sẽ truyền đi tín hiệu "đúng", sau đó truyền tiếp từ mã khác. Nếu từ mã nhận về không trùng với từ mã đã phát thì bộ phát truyền đi tín hiệu xóa và nhắc lại từ mã vừa truyền. Bộ thu xóa từ mã đã ghi và nhận từ mã mới. Quá trình kiểm tra lặp lại như trên.

Như vậy khác với hệ thống có kênh ngược quyết định, hệ thống có kênh ngược tin tức không cần dùng mã chống nhiễu, vì ở phía thu không phải thực hiện động tác phát hiện sai, việc phát hiện sai được thực hiện ở phía phát, bằng cách so sánh từ mã đã phát theo kênh thuận với từ mã nhận được từ kênh ngược. Nhược điểm của phương pháp này là tốc độ truyền tin chậm và kênh ngược phải chịu tải lớn.

- Hệ thống có kênh ngược hỗn hợp: là sự phối hợp của hai hệ thống trên. Loại này có ưu điểm là có tính chống nhiễu cao.

Các biện pháp nâng cao độ chính xác truyền tin có thể được thực hiện bằng các thiết bị đặc biệt hay bằng chương trình của máy tính. Biện pháp thứ hai là một biện pháp có nhiều triển vọng và đang được nghiên cứu phát triển.

Đối với các hệ thống truyền tin chỉ có một kênh thuận, bằng thuật toán truyền tin lặp lại nhiều lần và nhận tin theo đa số cũng có khả năng nâng cao độ chính xác.

8.2. Nguồn sai - mô hình nguồn sai

Do nhiễu xuất hiện ngẫu nhiên nên sai trong từ mã cũng mang tính chất ngẫu nhiên.

Một nhiễu xung có thể chỉ làm sai một phần tử của từ mã, hay làm sai một nhóm phần tử của từ mã. Theo quan sát, nhiễu thường xuất hiện trong một khoảng thời gian ngắn và tập trung. Vì vậy sai có xu hướng lập thành từng nhóm nhỏ khoảng hai hay ba phần tử và từ nhóm nhỏ đó tập hợp thành nhóm lớn được gọi là cụm sai.

Sai có cấu trúc phức tạp và có tính ngẫu nhiên. Việc mô tả nguồn sai như vậy rất phức tạp. Ở đây ta chỉ xét trường hợp đơn giản là sai xảy ra độc lập với nhau (không tương quan).

Chúng ta chấp nhận các giả thiết sau:

- Dòng sai dừng theo thời gian: có nghĩa là khả năng xảy ra ở quãng thời gian nào cũng như nhau.

- Dòng sai không hậu quả: nghĩa là những sai đã xuất hiện không kéo theo các sai khác.

- Dòng sai có tính tọa độ: nghĩa là dòng sai mà tại một thời điểm chỉ có khả năng xảy ra một sai mà thôi.

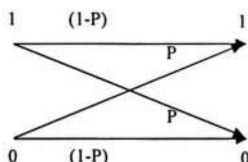
Dòng sai có ba tính chất trên được gọi là dòng sai tối giản.

Một nguồn sai như vậy được đặc trưng bởi xác suất sai từng phần tử của từng mã là P.

Như vậy khi truyền tín hiệu "1", thì với xác suất P bị nhiễu làm sai thành tín hiệu "0" và với xác suất (1-P) phần đúng tín hiệu nhận được là "1 ".

Đối với tín hiệu truyền là "0" cũng xảy ra hai khả năng tương tự như trên.

Quá trình truyền tin trong kênh liên lạc có thể mô tả như sau:



Hình 8-1. Xác định sai số khi truyền tin

Kênh liên lạc mà: $P(0 \rightarrow 1) = P(1 \rightarrow 0) = P$ gọi là kênh nhị phân đối xứng.

Khi truyền một thông báo (từ mã) có ba khả năng xảy ra (trên kênh nhị phân đối xứng):

- Thông báo được nhận đúng với xác suất đúng $P_đ$.

- Phát hiện có sai trong thông báo với xác suất P_s.

- Trong thông báo có sai nhưng không phát hiện ra nên nhận lầm là đúng với xác suất P_N (nhầm).

Ba sự kiện trên hợp thành một tập đủ các sự kiện, do đó luôn có đẳng thức:

$$P_d + P_s + P_N = 1 \qquad (8\text{-}1)$$

Trong truyền tin điều khiển xa, nếu tin tức điều khiển bị sai nhưng nhận nhầm là đúng thì sẽ rất nguy hiểm. Vì vậy người ta lấy xác suất P_N để đánh giá tính chính xác của hệ truyền tin.

Xác suất nhầm cho phép của các hệ điều khiển xa là $10^{-6} \div 10^{-3}$ tùy theo từng hệ điều khiển khác nhau (có nghĩa là phải truyền đi 1.000 đến 1 triệu thông báo mới cho phép nhầm 1 lần).

Ở các hệ thống truyền dữ liệu trong hệ thống điều khiển tự động hóa thì xác suất nhầm cho phép là $10^{-12} \div 10^{-2}$.

Các hệ này yêu cầu cao về độ chính xác là vì các tin tức điều khiển có độ dư nhỏ (đảm bảo tốc độ truyền cao), nên nếu không đảm bảo tính chính xác thì sẽ xảy ra nhầm lẫn các lệnh, dễ xảy ra sự cố nghiêm trọng.

Tính các xác suất ở công thức (8-1).

Giả sử từ mã truyền đi có độ dài n. Vậy muốn nhận đúng từ mã thì tất cả n phần tử đều không sai. Xác suất của sự kiện đó là:

$$P_d = (1-P)^n \tag{8-2}$$

Theo công thức (8.1) xác suất nhận sai và nhầm là:

$$P_S + P_N = 1 - P_d = 1 - (1-P)^n \tag{8-3}$$

Xác suất để 1 phần tử bị sai, còn (n − 1) phần tử đúng là:

$$P(1-P)^{n-1}$$

Vì từ mã có n phần tử và sai có thể nằm ở bất kỳ phần tử nào trong từ mã, nên xác suất để từ mã có 1 sai là:

$$P(1) = C_n^1 P(1-P)^{n-1}$$

Tương tự, xác suất để trong từ mã có i phần tử bị sai:

$$P(i) = C_n^1 P^i (1-P)^{n-i}$$

Vậy xác suất để từ mã có i = 1 ÷ n chỗ sai là:

$$P_s + P_N = \sum_{i=1}^{n} C_n^i P^i (1-P)^{n-i} \tag{8-4}$$

Để tính P_N cần biết cấu tạo của mã. Trong trường hợp chung có thể tính gần đúng như sau:

Nếu mã có m phần tử mang tin thì có 2^m từ mã dùng.

Khoảng cách mã nhỏ nhất của các từ mã này là: $d_{min} = s + r + 1$

Vậy để từ mã này lẫn sang từ mã khác thì số sai trong từ mã phải bằng hay lớn hơn khoảng cách d_{min}. Xác suất để trong từ mã có sai $\geq d_{min}$ là:

$$P(i \geq d_{min}) = \sum_{i=1}^{n} C_n^i P^i (1-P)^{n-i}$$

Nhưng không phải tất cả các từ mã có sai $\geq d_{min}$ đều bị nhận lầm (một số trong chúng sẽ được phát hiện là sai). Xác suất nhận nhầm phải tỷ lệ với tỷ số $2^m / 2^n$.

2^m : số từ mã dùng.

2^n : số từ mã trong bộ mã đầy khi chiều dài từ mã là n.

Ta xét cho trường hợp giới hạn trên là tất cả các từ mã có sai số $\geq d_{min}$ đều biến thành từ mã dùng và bị nhận nhầm, thì xác suất nhầm có thể tính gần đúng bằng biểu thức sau:

$$P_N \approx \frac{2^m}{2^n}.P(i \geq d_{min})$$

$$P_N = \frac{1}{2^{n-m}}.P(i \geq d_{min})$$

$$P_N = \frac{1}{2^K}.P(i \geq d_{min})$$

Hay có thể viết:

$$P_N \approx \frac{1}{2^k}.\sum_{i=d_{min}}^{n} C_n^i P^i (1-P)^{n-i} \qquad (8\text{-}5)$$

Biểu thức (8-5) là đánh giá cận trên, nếu P_N tính được thỏa mãn điều kiện:

$P_N \leq [P_N]$ ($[P_N]$: xác suất nhầm cho phép) thì hệ thống thỏa mãn yêu cầu về độ chính xác.

8.3. Truyền tin có lặp lại trên kênh một chiều

Đây là một phương pháp đơn giản nhằm nâng cao độ chính xác. Một thông báo sẽ được truyền đi a lần (với a là một số chọn trước).

Trị số a phụ thuộc vào nhiều yếu tố, để đơn giản chọn a là hằng số.

Thuật toán truyền tin này có ưu điểm là đơn giản, dễ thực hiện, chỉ cần thực hiện trong kênh thuận, không có kênh ngược.

Nhược điểm: khi không có nhiễu hay cường độ nhiễu thấp thì tốc độ truyền tin là chậm không cần thiết.

Thuật toán truyền tin có lặp lại gồm hai cách:

- Không tích lũy.

- Có tích lũy.

8.3.1. Truyền tin lặp lại không tích lũy

Truyền tin lặp lại không tích lũy là sau mỗi lần nhận tin, ở phía thu tiến hành kiểm tra tin đó đúng hay sai (có thể dòng mã phát hiện sai, hay mã phát hiện sai và sửa sai). Nếu phát hiện ra sai thì tin đó được xóa đi và phía thu chờ tiếp nhận tin lặp lại. Nếu tin nhận là đúng thì truyền đến cho người dùng tin và những lần lặp lại tin tiếp theo là dư.

8.3.2. Truyền tin lặp lại có tích lũy

Ta thấy rằng sai thường xảy ra ở một số phần tử trong từ mã, còn các phần tử còn lại là đúng. Để tận dụng phần tin trong các phần tử đúng của từ mã, người ta dùng thuật toán lặp lại có tích lũy. Khi này số lần lặp lại a thường chọn là số lẻ. Các tin bị sai không bị xóa đi mà được ghi lại. Sau khi nhận tin của lần lặp lại cuối cùng, ở phía thu tiến hành nhận từ mã theo từng phần tử theo nguyên tắc đa số.

Ví dụ 8-1

Ba lần lặp lại, phía thu nhận được ba từ mã:

```
  1000100
+ 1111101

  1010001
  1010101
```

Theo nguyên tắc đa số: ta tìm được từ mã đã truyền là 1010101.

Thuật toán lặp lại có tích lũy tận dung được những phần tử không bị sai, do đó nâng cao độ chính xác so với thuật toán lặp lại không tích lũy. Nhưng thiết bị loại này lại phức tạp hơn.

Đánh giá khả năng chống nhiễu và tốc độ truyền tin của thuật toán truyền tin lặp lại

Gọi $P_đ$ là xác suất nhận đúng; P_s là xác suất nhận sai; P_N là xác suất nhận nhầm khi truyền tin 1 lần.

Hãy xác định $P_{đa}$, P_{sa}, P_{Na} khi dùng thuật toán lặp lại a lần?

Từ mã có thể được nhận đúng với các trường hợp sau:

- Ngay lần truyền thứ nhất với xác suất $P_đ$.
- Lần thứ nhất phát hiện sai và lần thứ hai được nhận đúng. Xác suất của sự kiện này là $P_sP_đ$.
- Lần thứ nhất và hai sai, còn lần thứ ba được nhận đúng, vậy xác suất của sự kiện đó là $P_s^2P_đ$.

....

Vậy xác suất $P_{đa}$ sẽ bằng tổng các xác suất trên.

$$P_{đa} = P_đ + P_sP_đ + P_s^2P_đ + ... + P_s^{a-1}P_đ = P\left(1 + P_s + ... + P_s^{a-1}\right)$$

Phần trong dấu ngoặc là một cấp số nhân với công bội $P_s < 1$. Do đó có thể viết:

$$P_{đa} = P_đ \frac{1 - P_s^a}{1 - P_s} \qquad (8\text{-}6)$$

Bằng cách lý luận tương tự ta có:

$$P_{Na} = P_N \frac{1 - P_s^a}{1 - P_s} \qquad (8\text{-}7)$$

Xác suất của sự kiện cả a lần lặp lại đều phát hiện sai là:

$$P_{sa} = \left(P_s\right)^a \qquad (8\text{-}8)$$

Và ta có:

$$P_{đa} + P_{sa} + P_{Na} = 1$$

Ta thấy rằng: a tăng thì $P_{đa}$ càng lớn hơn $P_đ$ và đó chính là hiệu quả của thuật toán lặp lại. Để tăng $P_{đa}$ có thể tăng a hay giảm P_s.

Để giảm P_s cần dòng mã phát hiện sai và sửa sai thay cho mã phát hiện sai. Về lý thuyết a có thể tăng đến vô cùng, nhưng a lớn mà thời gian truyền có hạn nên a phải chọn hữu hạn. Trong trường hợp này nếu một tin, sau khi truyền lặp lại đến a lần mà vẫn nhận sai và phát hiện sai, thì tin đó bị xóa đi và truyền tiếp tin sau.

Từ (8-6), (8-7), ta thấy rằng a tăng, $P_{đa}$ tăng nhưng P_{Na} cùng tăng theo. Vì thế P_{Na} có thể vượt quá trị số cho phép. Do đó cần phải giảm P_N bằng phương pháp tích lũy như trên.

Số lần lặp a được tính theo biểu thức:

$$a = \frac{P_{đa}}{P_đ} = \frac{1 - P_s^a}{P_s} \tag{8-9}$$

Khi a rất lớn:

$$a = \frac{1}{1 - P_s} \tag{8-10}$$

Để đánh giá hiệu quả của các thuật toán truyền tin ta dùng khái niệm tốc độ truyền tin tương đối R:

$$R = \frac{\text{số phần tử mang tin}}{\text{số phần tử phải truyền}}$$

Giả sử mã có độ dài n, trong đó có m phần tử mang tin. Vậy để truyền được lượng tin tức chứa trong m phần tử ta phải truyền đi cả (n.a) phần tử.

Do đó:

$$R = \frac{m}{na} = \frac{m}{n} . \frac{1 - P_s}{1 - P_s^a} \tag{8-11}$$

Khi a rất lớn: $R = \frac{m}{n}(1 - P_s)$ (8-12)

Từ đây ta thấy rằng để tăng tốc độ truyền tin R phải tìm cách giảm chiều dài từ mã n, giảm xác suất phát hiện sai P_s.

8.4. Thuật toán truyền tin lặp lại dùng trong hệ thống có kênh ngược quyết định

Ngày nay hệ thống truyền tin có kênh ngược được dùng rộng rãi. Nhờ có kênh ngược mà phía thu có thể báo cho bên phát biết trước tình trạng của các tin nhận được. Hệ thống truyền tin có kênh ngược được chia làm hai loại.

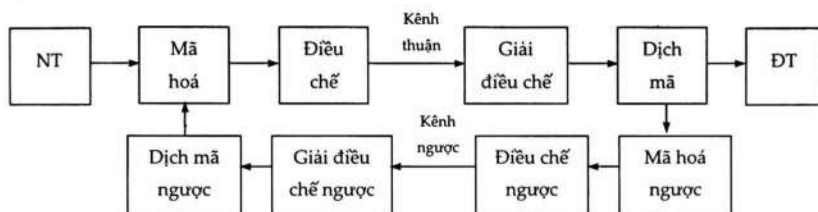
Loại 1: Hệ thống truyền tin có kênh ngược tin tức. Trong hệ thống này sau khi nhận tin, phía thu truyền tin đó theo kênh ngược về cho phía phát. Bên phát đối chiếu tin đã phát đi và tin nhận trở về theo kênh ngược. Nếu hai tin trùng nhau thì phía phát

gửi đi tín hiệu "đúng" và phía thu truyền tin đó sang bộ phận dùng tin. Trong trường hợp ngược lại, phía phát gửi đi tín hiệu "sai" để phía thu xóa tin vừa nhận được và chờ nhận tin nhắc lại của phía phát. Vì các tin nhận được đều được truyền theo kênh ngược về phía phát, nên hệ thống này có tên là hệ thống kênh ngược tin tức.

Loại 2: Hệ thống truyền tin có kênh ngược quyết định. Trong hệ thống này việc xử lý tin tức được tiến hành ở phía thu và trong kênh ngược chỉ truyền đi các quyết định về việc xử lý đúng hay sai. Vì thế hệ thống này có tên là hệ thống có kênh ngược quyết định.

Nếu nhận được quyết định "đúng" thì phía phát truyền tin tiếp theo. Nếu nhận được quyết định "sai", thì nhắc lại tin vừa phát.

Trong đo lường và điều khiển xa thường dùng hệ thống có kênh ngược quyết định vì nó đơn giản và tốc độ truyền tin cao.



Hình 8-2. Cấu trúc của hệ thống truyền tin có kênh ngược

Sơ đồ cấu tạo của một hệ thống thông tin có kênh ngược quyết định:

Nhờ có kênh ngược mà phía thu có thể báo cho phía phát biết được tin được nhận là đúng hay sai. Trong thực tế, kênh ngược chỉ cần truyền đi hai tín hiệu biểu hiện đúng hay sai, hoặc là chỉ cần truyền một tín hiệu "đúng", còn nếu không nhận được tín hiệu đó thì có nghĩa là tín hiệu nhận được là sai và cần lặp lại.

Để đơn giản cho thiết bị dịch mã, người ta thường dùng mã phát hiện sai.

Cũng giống như thuật toán truyền tin có lặp lại, ta có biểu thức:

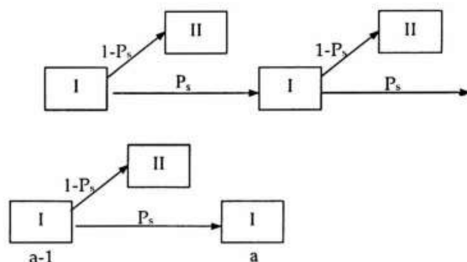
$$P_{đa} = P_đ \frac{1 - P_s^a}{1 - P_s}$$

$$P_{sa} = P_s^a$$

Khác với thuật toán truyền tin lặp lại trong hệ thống chỉ có kênh thuận đã trình bày ở trên, trong hệ thống có kênh ngược số lần lặp lại a thay đổi theo cường độ nhiễu. Khi

không có nhiễu, chỉ truyền một lần là nhận được đúng từ mã, nhờ có kênh ngược phía thu kịp thời thông báo sự kiện này, nên phía phát không phải lặp lại tin đã truyền đi nữa, trong trường hợp này a = 1.

Khi cường độ nhiễu lớn, số lần lặp lại a phải tăng lên. Ta biết rằng phần lớn thời gian làm việc của hệ truyền tin là không có nhiễu hoặc cường độ nhiễu thấp, vì thế trong khoảng thời gian này số lần lặp lại a khá nhỏ. Do đó tốc độ truyền tin trung bình tăng lên. Đó là ưu điểm của hệ thống có kênh ngược.



Hình 8-3. I: trạng thái phát hiện sai; II: trạng thái nhận tin; a: số lần lặp lại.

Các thuật toán truyền tin tự thích nghi nhờ có kênh ngược mà phía phát có thể nhận được tình trạng nhận tin, do đó có thể kịp thời thay đổi cách truyền tin cho phù hợp. Đó là những thuật toán tự thích nghi. Sau đây trình bày những tư tưởng chính của thuật toán tự thích nghi:

Truyền tin có lặp lại, có tích lũy:

Thông thường dùng mã phát hiện sai có độ dư bé. Khi trong kênh không có nhiễu, mỗi tin chỉ cần phát 1 lần, do đó nâng cao được tốc độ truyền tin. Khi cường độ nhiễu trong kênh tăng lên, trong tin có sai thì tiến hành lặp lại và tích lũy. Số lần lặp lại nhiều hay ít phụ thuộc vào cường độ nhiễu. Như vậy quá trình truyền tin thích nghi với cường độ nhiễu: Cường độ nhiễu thấp, số lần lặp lại ít do đó tốc độ truyền tin cao; khi cường độ nhiễu cao, số lần lặp lại và tích lũy tăng lên, tốc độ truyền tin chậm lại nhưng sẽ nâng cao được độ chính xác.

Truyền tin phần dư của mã thay đổi theo cường độ nhiễu:

Ban đầu dùng mã có phần dư bé (mã phát hiện sai). Nếu phát hiện sai, phía thu thông báo cho phía phát, phía phát nhắc lại tin cũ nhưng có độ dư lớn hơn (khả năng phát hiện và sửa sai cao hơn). Nếu sai vẫn phát hiện ra và không sửa được thì từ mã tiếp theo phải tăng phần dư thêm nữa. Cũng có thể bộ phát không cần phát lại toàn bộ từ

mã mà chỉ truyền tiếp phần dư tăng thêm. Phần dư tăng thêm đó cùng với từ mã đã được ghi nhớ ở phần thu lập thành từ mã mới có khả năng chống nhiễu cao hơn.

Như vậy khi cường độ nhiễu thấp, thì dùng các từ mã ngắn để nâng cao tốc độ truyền tin. Khi cường độ nhiễu cao thì dùng từ mã dài có độ dư lớn, khả năng chống nhiễu cao để nâng cao độ chính xác. Thuật toán này có ưu điểm là độ dài của từ mã thích nghi với cường độ nhiễu trong kênh, do đó tốc độ truyền tin trung bình được nâng cao. Khó khăn khi thực hiện thuật toán này là phải có loại mã có đặc tính sai. Mỗi lần tăng thêm phần dư thì từ mã mới có khả năng chống nhiễu cao hơn trước nhưng vẫn phải biểu thị tin tức cũ. Đồng thời các thiết bị mã hóa và dịch mã cho các từ mã có phần dư khác nhau không phải thay đổi hoặc thay đổi ít về cấu trúc. Bởi vì đối với mã sửa sai của thiết bị này rất phức tạp, khi tăng bậc sửa sai lên thì độ phức tạp của chúng tăng lên rất nhanh đến mức không có khả năng thực hiện trong thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thượng Hàn (chủ biên), *Hệ thống thông tin công nghiệp*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2008.

2. Đặng Văn Chuyết (chủ biên), *Lý thuyết thông tin*, Nhà xuất bản Bách khoa, Hà Nội, 2011.

3. Hoàng Minh Sơn, *Mạng truyền thông công nghiệp*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2009.

4. Nguyễn Hữu Công (chủ biên), *Kỹ thuật đo đếm điện năng*, Nhà xuất bản Đại học Thái Nguyên, 2013.

5. Bùi Quốc Khánh (chủ biên); *DCS trong hệ thống sản xuất điện năng*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2006.

6. Hoàng Thị Chiến (chủ nhiệm Đề tài), *Cải tiến hệ thống xử lý và truyền dữ liệu cho lò cao tại Nhà máy Luyện gang, Công ty Gang thép Thái Nguyên*, Đề tài cấp Bộ B2004-01-44.

7. Mott MacDonald. *Appraisal of Costs & Benefits of Smart Meter Roll Out Options*, Final report. BERR, London, 2007 (Available on the website: http://www.berr.gov.uk/files/file45997.pdf)

8. Ontario Energy Board, *Smart Meter Implementation Plan*, 2004. (Available on the website: http://www.oeb.gov.on.ca/documents/sm_appendices_091104.pdf)

9. Schenk A, *Requirements for Automatic Metering and Information System*. 18th International conference on electricity distribution. Va Tech Sat, Austria, 2005

10. Smith Bellerby Limited, *Smart Metering*, 2007, The article is available on the website: http://www.smithbellerby.co.uk/newsarticle/smart- metering/769.html)

GIÁO TRÌNH
ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA

Chịu trách nhiệm xuất bản:

GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP

PHẠM NGỌC KHÔI

Biên tập: NGUYỄN QUỲNH ANH

Sửa bản in NGUYỄN MINH CHÂU

Họa sỹ bìa: ĐẶNG NGUYÊN VŨ

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Số 70 phố Trần Hưng Đạo – Phường Trần Hưng Đạo – Quận Hoàn Kiếm - Hà Nội

ĐT: 04 3942 2443 Fax: 04 3822 0658

Website: http://www.nxbkhkt.com.vn Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Số 28 đường Đồng Khởi – Phường Bến Nghé - Quận 1 - TP Hồ Chí Minh

ĐT: 08 3822 5062

In 300 bản, khổ 19 × 26.5 cm, tại Công ty TNHH In Thanh Bình.

Địa chỉ: Số 432 đường K2, Phường Cầu Diễn, Quận Nam Từ Liêm, Hà Nội.

Số ĐKXB: 1367-2016/CXBIPH/2-53/KHKT.

Quyết định XB số: 40/QĐ-NXBKHKT, ngày 10/5/2016.

In xong và nộp lưu chiểu Quý II năm 2016.

Mã ISBN: 978-604-67-0727-1.